AIRCRAFT MANUFACTURE & ASSY PARTS

XI

SEMESTER 3

KATA PENGANTAR

1. Keselamatan kerja di Bengkel

1.1 Pengertian

Keselamatan kerja tidak hanya untuk dipelajari, tetapi harus dihayati dan

dilaksanakan karena keselamatan kerja merupakan bagian yang sangat penting dalam bekerja di bengkel (*workshop*). Keselamatan kerja juga bukan hanya diperuntukkan bagi orang yang bekerja saja, tetapi juga diperuntukkan bagi peralatan atau mesin yang digunakan untuk bekerja, benda kerja dan lingkungan tempat bekerja. Mempelajari bagaimana bekerja dengan baik dan berhasil, harus diikuti dengan mempelajari bagaimana bekerja dengan selamat. Bekerja dengan selamat merupakan tujuan utama dari manusia yang bekerja. Menciptakan keadaan atau kondisi kerja yang aman, bukanlah tanggung jawab para instruktur atau pengelola bengkel saja, tetapi menjadi tanggung jawab antara pekerja / siswa dan instruktur serta pengelola bengkel. Parasiswa atau pekerja harus belajar bagaimana bekerja tanpa menimbulkan kecelakaan/ melukai diri sendiri atau melukai orang lain yang bekerja disekitarnya, serta menimbulkan kerusakan pada mesin atau peralatan yang digunakan untuk bekerja. Kecelakaan kerja memang tidak dapat diramalkan sebelumnya, tetapi kecelakaan kerja seharusnya dapat dicegah. Misalnya dengan jalan memberikan

penjelasan secara rinci dan ringkas mengenai langkah kerja dalam mengerjakan sesuatu pekerjaan tertentu, dan selalu mengingatkan pekerja agar selalu bekerja dengan cara kerja yang benar sesuai dengan prosedur. Selanjutnya, perlu dilakukan beberapa kajian secara detail mengenai masalah-masalah yang sering menyebabkan terjadinya kecelakaan akibat pekerjaan. Hampir semua peralatan yang ada dalam bengkel dapat menimbulkan kecelakaan dan dapat melukai diri pekerja maupun orang lain disekitar tempat bekerja. Akibat kecelakaan ini juga dapat merusak peralatan dan lingkungan tempat bekerja. Untuk itu secara teratur harus dilakukan pemeriksaan terhadap peralatan kerja serta lingkungan tempat bekerja. Para pekerja juga harus melakukan pemeriksaan pada peralatan sebelum dilakukannya proses pekerjaan atau penggunaan peralatan tersebut. Pekerja juga harus mengetahui langkah langkah kerja yang aman agar tidak melakukan kesalahan dalam bekerja.

Kecelakaan akibat bekerja dapat menimbulkan berbagai kerugian, baik kerugian pada diri sendiri atau kerugian pada perusahaan tempat bekerja. Kerugian yang terjadi pada pekerja/siswa diantaranya rasa sakit yang tidak menyenangkan, cacat tubuh berkelanjutan, kurangnya penglihatan, pendengaran, tersisih dari rekan sekerja dan timbul rasa rendah diri akibat cacat yang diderita pekerja. Di samping itu juga dapat berakibat tidak dapat bekerja seperti sedia kala. Kerugian bagi perusahaan terutama pada biaya pengobatan, biaya perbaikan mesin, kehilangan jam kerja, menurunnya hasil produksi , dan pengeluaran santunan kesehatan. Apabila siswa yang mengalami kecelakaan dapat berakibat kerugian-kerugian terhadap diri siswa, orang tua dan sekolah.

Kecelakaan kerja hampir tidak dapat dihilangkan, tetapi kecelakaan ini dapat dicegah sebelum terjadi yakni dengan melakukan pekerjaan menurut teknik dan prosedur yang benar serta harus memperhatikan kondisi kesehatan sebelum melakukan pekerjaan. Apabila seseorang merasa kurang sehat atau sakit, maka akan mengakibatkan terganggunya konsentrasi dalam bekerja. Gangguan konsentrasi kerja ini dapat menyebabkan kecelakaan yang cukup berbahaya. Pada bagian berikut ini diberikan penjelasan singkat tentang cara pencegahan kecelakaan.

1.2 Kenali Pekerjaan yang Berbahaya

Bagaimana, dimana, dan mengapa kecelakaan kerja bisa terjadi atau timbul. Ketiga pertanyaan ini harus dijawab oleh orang yang bertanggung jawab terhadap masalah keselamatan kerja. Setiap terjadi kecelakaan kerja akan selalu timbul pertanyaan mengapa kecelakaan kerja tersebut dapat terjadi. Untuk menjawab pertanyaan tersebut perlu dilakukan penyelidikan/ /pemeriksaan terhadap kecelakaan tersebut. Hasil pemeriksaan akan dapat menjawab secara lengkap mengenai penyebab terjadinya kecelakaan. Dalam pemeriksaan tersebut petugas pemeriksa menanyai pekerja yang mengalami kecelakaan, menanyai pekerja lain yang berdekatan dengan terjadinya kecelakaan kerja dan memeriksa sekeliling tempat kejadian termasuk mesin yang digunakan untuk bekerja.

Penyebab terjadinya kecelakaan dicatat dan didokumentasikan secara baik dengan cara membuat daftar khusus yang berisikan tentang jenis kecelakaan yang terjadi, faktor-faktor penyebabnya dan langkah-langkah penanggulangan nya. Daftar khusus ini sangat berguna dikemudian hari, apabila terjadi lagi kecelakaan serupa. Di samping itu daftar khusus ini dapat juga digunakan untuk melakukan training / latihan bagi teknisi / atau pegawai baru. Pegawai baru sudah mengetahui terlebih dahulu bahaya-bahaya / kecelakaan kerja mungkin terjadi dan ia sudah mengetahui penyebab terjadinya kecelakaan, serta mengetahui cara menghindarkan agar tidak terjadi kecelakaan kerja.

Umumnya kecelakaan kerja diakibatkan oleh tiga unsur utama, yaitu unsur manusianya, unsur mesinnya, dan unsur lingkungan kerjanya. Ditinjau dari segi jenis kecelakaan yang sering terjadi di dalam bengkel kerja mesin atau perusahaan adalah Pembuatan daftar khusus tersebut hendaknya bisa dibuat penyebab timbulnya kecelakaan secara beruntun, misalnya unsur mesin, unsur manusia, dan unsur lingkungan kerjanya. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan timbulnya kecelakaan kerja di bawah ini diberikan beberapa contoh, baik yang menyangkut unsur mesin, unsur manusia dan unsur lingkungan kerja. Tetapi karena titik bahasan kita hanya pada masalah teknik pembentukan, maka contoh tersebut khusus untuk peralatan teknik pembentukan dan cara bekerja pada bengkel teknik pembentukan.

1.3 Unsur alat / mesin yang dapat menyebabkan timbulnya kecelakaan kerja

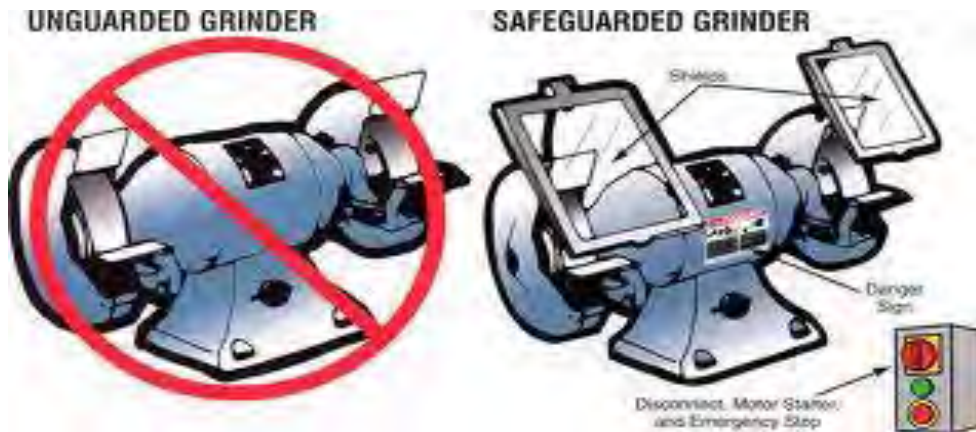
Telah diuraikan di atas, bahwa hampir semua peralatan atau mesin dapat mengakibatkan kecelakaan kerja, tetapi pada kesempatan ini hanya akan diberikan beberapa contoh peralatan/mesin pada bengkel teknik pembentukan.

- Terbakar 2%
- Terkena arus listrik 2%
- Zat berbahaya 1%
- Jatuh 20% Terluka akibat
- Mengangkat barang 30%

1.3.1 Mesin gerinda

Kecelakaan kerja yang sering terjadi pada mesin gerinda adalah:

a. Terkena Arus Listrik

Kecelakaan kerja karena terkena arus listrik ini disebabkan oleh pemasangan instalasi kelistrikan padamesin tidak baik, sehingga arus dapat mengalir melalui badan mesin gerinda.

b. Terkena pecahan batu gerinda

Kecelakaan ini disebabkan pada mesin tidak dipasang penutup batu gerinda, sehingga pada saat batu gerinda pecah akan terlempar. Karena batu gerinda tanpa pelindung, maka kemungkinan pecahan batu gerinda tersebut dapat mengenai pekerja.

c. Jari tangan terpotong oleh batu gerinda

Kecelakaan ini disebabkan oleh tidak benarnya pemasangan penyanggah benda kerja (jarak antara batu gerinda dan penyangga benda kerja terlalu lebar). Jarak penyangga dan batu gerinda yang benar adalah sebesar 2 sampai 3 milimeter.

1.3.2 **Mesin bor**

a. Terkena Arus Listrik

Kecelakaan ini biasanya diakibatkan oleh pemakaian mesin bor tangan yang digerakkan listrik, di mana groundnya tidak terhubung. Untuk mesin bor meja dan bor tiang kemungkinannya adalah sistem pemasangan kelistrikannya yang tidak benar.

b. Rambut terpintal oleh mata bor

Kecelakaan ini diakibatkan oleh penutup mata bor pada mesin tidak terpasang, dan manusia yang bekerja pada mesin bor tidak menggunakan alat-alat keselamatan kerja, seperti penutup rambut atau penutup kepala. Apabila tidak memakai penutup rambut, maka sebaiknya rambut yang panjang diikat terlebih dahulu. Di samping itu juga tidak berkonsentrasi dalam bekerja (sewaktu melakukan pengeboran).

1.3.3 **Peralatan Tangan**

a. Kikir

Pemakaian kikir yang tidak bertangkai dapat menimbulkan kecelakaan kerja, seperti tangan tertusuk oleh ujung/tangkai kikir.

b. Pahat tangan

Pemakaian pahat tangan di mana bagian kepala pahat telah mengembang dapat mengakibatkan luka pada tangan, disebabkan tangan terkena badan mata pahat yang mengembang.

1.3.4 **Faktor manusia**

Kecelakaan kerja pada umumnya sebagian besar diakibatkan oleh faktor manusia yang bekerja, misalnya mata pekerja terkena beram hasil penggerindaan, terkena beram hasil pembubutan dan pengeboran. Kecelakaan tersebut disebabkan manusia yang bekerja tidak mau menggunakan alat-alat keselamatan kerja, yaitu kacamata. Di samping itu ada beberapa kemungkinan yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja, ditinjau dari faktor manusianya, seperti ....

a. Pekerja tidak tahu cara mengoperasikan alat/mesin dengan benar, dan malu untuk bertanya.
b. Pekerja tidak mampu mengoperasikan mesin disebabkan ia belum terlatih.
c. Sikap kerja yang tidak benar, seperti berlari-lari dalam bengkel, bersenda gurau, mengganggu rekan kerja, tidak mengindahkan aturan-aturan bengkel.
d. Tidak mematuhi peraturan keselamatan kerja, seperti tidakmemakai baju kerja, tidak menggunakan sarung tangan, tidak memakai kacamata, dan alat keselamatan kerja lainnya.

1.3.5 **Faktor Lingkungan kerja**

Banyak kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan kerja yang tidak aman, seperti:

a. Keadaan tempat kerja yang tidak rapi, misalnya banyak beram dan potongan-potongan bahan berserakan di sekitar tempat bekerja, sehingga pekerja kemungkinan dapat jatuh akibat terpeleset.

b. Bekerja dekat dengan bagian-bagian benda yang berputar atau bagian mesin yang berputar, dan tanpa pelindung.

1.4 Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja Secara Umum

Departemen Tenaga Kerja mensyaratkan kepada seluruh perusahaan/ industri agar setiap pekerja yang bekerja dapat bekerja dengan aman dan selamat, sesuai dengan norma-norma keselamatan kerja. Semua hal yang menyangkut masalah keselamatan kerja telah diatur dengan Undang-undang Keselamatan Kerja, baik mengenai tempat kerja, lingkungan kerja dan peralatan yang digunakan untuk bekerja, sedangkan langkah kerja atau prosedur kerja telah ditetapkan oleh perusahaan atau industri yang bersangkutan. Tujuan yang sama dalam membuat aturan keselamatan yaitu menciptakan situasi kerja yang aman dan selamat. Perencanaan proses produksi yang baik dan penataan peralatan (lay-out) tempat bekerja terus dikembangkan dengan tujuan untuk menciptakan situasi kerja yang aman bagi para pekerja dan peralatan kerja itu sendiri. Perbaikan terhadap perencanaan mesin terus dikembangkan seperti, misalnya terhadap kebisingan mesin akibat gesekan antara komponen mesin atau karena hubungan roda-roda gigi penggerak. Suara bising pada mesin dapat

mengakibatkan rusaknya pendengaran pekerja. Banyak hal telah dikembangkan guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja, seperti penggunaan pipa-pipa penyalur bahan kimia yang berbahaya, pemakaian tangki-tangki penyimpanan yang sesuai dengan standar keselamatan kerja. Dengan demikian bahaya luka akibat terkena bahan kimia yang berbahaya sewaktu pengangkutan bisa dihindari. Pekerja diharuskan memakai alat-alat keselamatan kerja sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Alat-alat keselamatan kerja mutlak diperlukan bagi para pekerja guna menjamin agar ekerja dapat bekerja dengan aman. Alat keselamatan kerja tersebut harus mempunyai persyaratan-persyaratan tertentu,yaitu:

a. Alat-alat keselamatan kerja tersebut sesuai dengan jenis pekerjaan dan jenis alat/mesin yang dioperasikan, sehingga efektifitas pemakaian alat keselamatan kerja benar-benar terpenuhi.
b. Alat-alat keselamatan kerja tersebut harus dipakai selama pekerja berada di dalam bengkel, baik mereka sedang bekerja maupun pada saat tidak bekerja dan alat keselamatan kerja tersebut harus selalu dirawat dengan baik. Sesudah peralatan keselamatan kerja tersebut diperoleh, biasanya akan timbul masalah yaitu kurang sesuainya ukuran alat keselamatan kerja tersebut dengan orang yang akan memakainya.
c. Tingkat perlindungan alat keselamatan kerja itu sendiri bagi para pekerja yang memakainya, artinya dengan menggunakan alat keselamatan kerja tersebut pekerja akan merasa aman dalam bekerja
d. Alat keselamatan kerja tersebut hendaknya dapat dirasa nyaman dipakai oleh para pekerja, sehingga menimbulkan rasa aman dan nyaman bagi pekerja pada waktu bekerja. Masalah lain adalah dalam pemakaian alat keselamatan kerja, masih banyak para pekerja memakai alat keselamatan kerja meriksaan serta apabila diperlukan saja. Jadi pemakaian alatalat keselamatan kerja belum merupakan sikap kerja yang biasa. Dengan kata lain pemakaian alat-alat keselamatan kerja masih bersifat terpaksa, bukan merupakan kebutuhan. Untuk itu diperlukan beberapa tindakan agar para pekerja mau memakai alat keselamatan kerja seperti:
e. Diharuskan setiap pekerja memakai alat-alat keselamatan kerja, baik pada waktu sedang bekerja, apabila mereka berada di dalam bengkel kerja. Artinya para pekerja harus menggunakan alat-alat keselamatan kerja selama ia berada di dalam bengkel kerja.
f. Disediakan alat-alat keselamatan kerja dengan berbagai ukuran, sehingga para pekerja dapat memilih alat keselamatan kerja yang sesuai dengan ukuran badan dan anggota badannya. Dengan demikian para pekerja akan merasa nyaman memakainya.
g. Memberlakukan sistem sangsi bagi pekerja yang tidak menggunakan alat-alat keselamatan kerja pada saat bekerja atau ia berada di dalam bengkel kerja. Perlu diingat bahwa sangsi tersebut harus bersifat mendidik, sehingga dapat meningkatkan sikap kerja yang aman.

:

1.4.1 Peralatan pelindung Kepala

Walaupun setiap pekerja diharuskan memakai pelindung kepala (helmet), tetapi kadang-kadang mereka melalaikannya. Pemakaian pelindung kepala sangat

diperlukan bagi para pekerja konstruksi, pekerja galangan kapal, pekerja penebang pohon, pertambangan dan industri. Peralatan pelindung kepala dirancang atau dibuat dari bahan-bahan yang baik agar dapat menghasilkan helm yang benar-benar dapat melindungi kepala dari luka akibat benturan, terkena atau kejatuhan benda, terkena benda kerja yang melayang, bahaya listrik dan lain sebagainya. Di samping itu juga dibuat helm khusus yang harus dapat melindungi kepala dan muka dari bahan-bahan kimia atau cairan panas. Helm diklasifikasikan menjadi dua yaitu: helm yang mempunyai bagian pinggir seluruh lingkaran. dan yang kedua adalah helmet dengan pinggir hanya pada bagian depannya. Dari kedua klasifikasi tersebut masih dibagi dalam empat kelas yaitu:

Kelas A,
yaitu helm untuk keperluan umum. Helmet ini hanya mempunyai tahanan kelistrikan yang rendah.

Kelas B,
yaitu helm untuk jenis pekerjaan dengan resiko terkena tegangan listrik yang besar (mempunyai tahanan terhadap tegangan yang tinggi), atau helmet ini tahan terhadap tegangan listrik yang tinggi.

Kelas C
adalah *metallic helm*, dipakai untuk pekerja yang bekerja dengan kondisi kerja yang panas, seperti pada pengecoran logam atau pada dapur-dapur pembakaran.

Kelas D
adalah helm dengan daya tahan yang kecil terhadap api, sehingga harus dihindari dari percikan api. Khusus bagi pekerja yang bekerja pada malam hari helmet yang cocok untuknya adalah helm yang dapat mengeluarkan sinar pada malam hari atau memancarkan sinar pada daerah yang gelap. Khusus untuk helmet yang akan digunakan untuk daerah yang kecenderungan terjadinya kecelakaan akibat arus listrik maka helm tersebut harus selalu diperiksa secara teratur sifathambatnya terhadap listrik. Bagian dalam helm dilengkapi dengan pelapis dan tempat kedudukan kepala. Alat pelindung rambut berfungsi agar rambut bisa ditutupi secara sempurna, sehingga kecelakaan kerja akibat terbelitnya rambut pada bagian-bagian mesin yang berputar dapat dihindari. Alat pelindung rambut atau penutup rambut yang banyak dipakai adalah sorban, jala rambut dan penutup kepala yang dapat menutup secara sempurna. Pemakaian jaring rambut kurang aman apabila pekerja tersebut bekerja pada daerah di mana percikan api sering terjadi. Syarat penutup kepala adalah:

1. Tahan terhadap bahan kimia
2. Tahan panas
3. Nyaman dipakai
4. Tahan terhadap pukulan

5. Ringan dan kuat
6. Berwarna menarik
7. Mempunyai ventilasi apabila tidak untuk perlindungan terhadap debu.

1.4.2 Peralatan pelindung telinga

Kegunaan peralatan pelindung kebisingan adalah untuk melindungi telinga dari kebisingan yang berlebihan, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pendengaran pekerja. Banyak industri yang dalam proses produksinya menimbulkan kebisingan yang dapat menyebabkan kehilangan pendengaran bagi para pekerja. Standar kebisingan yang diizinkan adalah 90 desibel menurut undang-undang keselamatan kerja kesehatan kerja, oleh sebab itu kebisingan yang dihasilkan oleh suatu proses produksi di dalam industri harus selalu diukur dan diusahakan kurang dari standar yang telah ditentukan agar tidak menyebabkan kerusakan pada pendengar para pekerja.. Alat perlindungan kebisingan ada dua jenis, yaitu yang dimasukkan ke dalam lubang telinga dan yang satunya adalah jenis yang menutup seluruh telinga.

a. Jenis alat yang dimasukkan ke lubang telinga

Jenis peralatan ini pemasangan dimasukkan ke dalam lubang telinga dan model serta ukurannya bermacam-macam. Bahan yang digunakan untuk membuka peralatan ini adalah plastik yang lunak/lembut, karet yang lembut, lilin dan kain.

Karet dan plastik yang lembut adalah jenis bahan yang sangat terkenal untuk pembuatan alat ini, karena ia mudah dibersihkan, murah harganya dan memberikan bentuk serta warna sangat bagus atau menarik. Kain adalah bahan yang jelek untuk perlindungan terhadap kebisingan, sebab ia sangat

rendah daya hambatnya terhadap kebisingan. Penutup telinga dari bahan karet dan plastik yang lembut sangat efektif dalam pemakaiannya, sebab dalam pemasangannya sangat mudah yaitu hanya menekankan ke lubang telinga dan ia akan menutup lubang telinga secara sempurna, tanpa ada kebocoran.

b. Jenis pelindung kebisingan yang menutup telinga

Bentuk peralatan ini dapat menutup seluruh telinga, sehingga akan diperoleh keseimbangan pendengaran antara telinga kanan dan telinga kiri. Untuk menghasilkan perlindungan kebisingan yang efektif, maka bentuk, ukuran, bahan penyekat, jenis pegas dari penutup telinga ini harus benar-benar dipilih secara baik, sehingga si pemakai merasa nyaman. Dengan makin berkembangnya teknologi maka semakin baik alat-alat pelindung kebisingan dengan bentuk yang relatif kecil, tetapi mempunyai daya proteksi/perlindungan besar.

1.4.3 Pelindung mata

Luka pada mata dapat diakibatkan adanya bahan atau beram yang masuk ke mata akibat pekerjaan pemotongan bahan, percikan bunga api ketika pengelasan, debu-debu, radiasi dari sinar ultraviolet dan lainnya. Kecelakaan pada mata dapat mengakibatkan cacat seumur hidup, di mana tidak dapat berfungsi lagi atau dengan kata lain orang menjadi buta. Dalam suatu survei diperoleh data bahwa kecelakaan kerja atau luka pada diakibatkan oleh:

a. Obyek atau bahan yang mengenai mata (pecahan logam, beram-beram, pecahan batu gerinda, paku, percikan bunga api dan lain sebagainya)
b. Debu dari penggerindaan
c. Karat
d. Sinar atau cahaya
e. Gas beracun atau asap beracun.

Banyak jenis peralatan yang digunakan untuk melindungi mata yang disesuaikan dengan kebutuhan perlindungan yang dibutuhkan.
Jenis kaca mata yang banyak digunakan dalam industri adalah:

a. Kaca mata untuk pekerjaan dengan bahan kimia

b. Kaca mata las

Kaca mata las terdiri dari dua jenis dan mempunyai bermacam-macam bentuk. Jenis yang umum digunakan adalah kaca mata las untuk pengelasan listrik dan kaca mata yang digunakan untuk pengelasan asetilen. Bentuk kaca mata las asetilen dan kaca mata untuk las listrik adalah bisa sama, tetapi lensa yang dipasang adalah tidak sama. Hal tersebut dikarenakan sinar yang dihasilkan oleh api las listrik lebih tajam dibandingkan sinar yang dihasilkan oleh api las asetilen. Perbedaannya hanya pada warna lensanya. Selain bentuk kaca mata pada pengelasan listrik disediakan khusus peralatan untuk melindungi muka dan mata dari sinar api las listrik yang dikenal dengan masker las.

1.4.4 Pelindung muka

Banyak jenis peralatan yang dibuat untuk melindungi muka para pekerja. Biasanya alat tersebut juga berfungsi sebagai pelindung kepala dan leher sekaligus. Alat tersebut berfungsi melindungi kepala dari benturan, melindungi muka dari cairan bahan kimia, logam panas dan percikan bunga api dan luka lainnya yang akan terjadi pada kepala, leher dan muka pekerja. Bahan untuk melindungi muka biasanya dari plastik transparan, sehingga masih dapat melihat kegiatan yang dilakukan. Jenis alat pelindung kepala dan muka seperti babbiting helm (helm dari bahan babbit), yang dapat melindungi kepala dan muka dari percikan logam panas dan radiasi panas. Bentuk helmet dilengkapi dengan jendela dan penutup dagu serta penutup rambut.

Peralatan lain yang digunakan untuk melindungi muka adalah masker las. Jenis peralatan ini digunakan untuk melindungi mata dan muka dari percikan api las dan percikan logam cair hasil pengelasan. Pada jendela kacanya dilengkapi dengan lensa tambahan untuk menjaga agar lensa yang gelap tidak akan rusak kena panas/percikan api las dan percikan logam cair hasil pengelasan.

1.4.5 Pelindung Tangan

Jari-jari tangan merupakan bagian tubuh yang sering kali mengalami luka akibat kerja, seperti: terpotong oleh pisau, luka terbakar karena memegang benda panas, tergores oleh permukaan benda kerja yang tidak halus dan masih banyak lagi bentuk luka lainnya. Untuk itu tangan dan jari-jari sangat perlu dilindungi dengan baik, karena semua pekerjaan seluruhnya dikerjakan dengan menggunakan tangan. Alat pelindung tangan yang biasa digunakan adalah:

a. Sarung tangan dari bahan asbes

Digunakan untuk melindungi tangan dari panas. Jenis sarung tangan ini fleksibel sehingga sangat enak dipakainya.

b. Sarung tangan dari bahan kulit,

Digunakan untuk melindungi tangan dari percikan api atau keadaan benda kerja yang tidak terlalu panas, beram-beram dan benda kerja yang kasar permukaannya. Biasanya sarung tangan dari bahan kulit ini dipakai pada pekerjaan-pekerjaan berat. Sarung tangan dari bahan kulit ini dipakai untuk pengerjaan pengelasan.

c. Sarung tangan dari bahan karet, digunakan oleh pekerja bagian kelistrikan

d. Sarung tangan yang terbuat dari bahan campuran karet, neoprene dan vinyl, digunakan untuk pekerjaan pengangkutan bahan-bahan kimia. Sedangkan sarung tangan dari bahan neoprene dan vinyl digunakan untuk pengangkutan bahan-bahan minyak atau petroleum.

e. Metal mesh gloves, sarung tangan jenis ini digunakan oleh pekerja yang selalu bekerja menggunakan pisau dan benda-benda tajam lainnya. Dengan pemakaian sarung tangan ini bahaya luka akibat pisau dan benda tajam lainnya bisa dihindari.

f. Sarung tangan dari bahan cotton digunakan untuk melindungi tangan dari debu dan kotoran.

g. Di samping sarung tangan ada bahan lain yang dapat melindungi kulit tangan dan kulit lengan dari luka pedih, yaitu sejenis cream. Cream ini dioleskan pada tangan dan lengan agar kulit terhindar dari bahan-bahan yang dapat melukai kulit.

1.4.6 Pelindung kaki

Sepatu kerja atau pelindung kaki yang harus digunakan pada bengkel kerja mesin, harus memenuhi persyaratan tertentu, yaitu: harus dapat melindungi kaki pekerja dari luka kejatuhan benda kerja, terkena beram, benda panas/pijar, bahan-bahan kimia yang berbahaya dan kecelakaan yang mungkin timbul dan menyebabkan luka bagi pekerja. Konstruksi sepatu kerja bengkel kerja mesin adalah pada bagian ujung sepatu dipasang atau dilapisi dengan pelat baja, agar mampu menahan benda yang jatuh menimpa kaki. Dengan adanya penahan tersebut, maka kaki tidak mengalami luka. Bagian alasnya harus cukup kuat dan tidak mudah tergelincir. Bahan yang umum dipakai dalam pembuatan sepatu kerja adalah kulit yang di samak. Khusus untuk pekerja bidang kelistrikan, maka bahan pembuat sepatu hendaknya dipilih bahan non konduktor.

1.4.7 Pelindung tubuh (apron)

Pelindung tubuh atau dikenal dengan nama apron digunakan untuk melindungi tubuh bagian depan yaitu dari leher sampai kaki dari berbagai kemungkinan luka, seperti terkena radiasi panas, percikan bunga api dan percikan beram dan lainnya. Bahan untuk membuat apron ini dari asbes dan kulit yang telah di samak. Apron yang terbuat dari asbes biasanya diperkaya dengan kawat-kawat halus, agar apron tersebut dapat menahan benturan-benturan ringan dan alat-alat yang tajam.

1.4.8 Baju kerja

Baju kerja atau pakaian kerja yang khusus dibuat untuk digunakan bekerja di dalam bengkel atau laboratorium biasanya harus cukup kuat dan bentuknya harus sesuai dengan jenis pekerjaan yang dikerjakan. Baju harus dapat melindungi pekerja dari luka akibat beram, serpihan benda kerja, goresan-goresan dan panas. Pakaian harus benar-benar terikat atau pas dengan pemakainya. Dalam bekerja, baju terkancing secara sempurna sehingga tidak ada bagian-bagian anggota badan yang terbuka atau tidak terlindungi

1.5 **Keselamatan Kerja dalam Bekerja**

a. **Sebelum bekerja**

Keselamatan kerja yang harus diperhatikan sebelum melaksakan pekerja meliputi :

1. Persiapan dan pemakaian pelengkapan keselamatan kerja untuk si pekerja yakni; pakaian kerja sepatu kerja , helm , sarung tangan dan lain-lain.

2. Pemeriksaan alat-alat dan perlengkapan yang digunakan seperti; pemeriksaan kepala palu , perlengkapan pengaman pada mesin-mesin dan lain-lain

3. Pemeriksaan terhadap bahan yang akan dipekerjakan seperti pemeriksaan sisi-sisi pelat yang tajam.

4. Lingkungan tempat bekerja juga perlu diperhatikan, sebab lingkungan kerja yang nyaman dapat memberikan motivasi terhadapsi pekerja untuk bekerja untuk bekerja untuk berja lebih kosenstrasi, sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan kecil terjadi.

b. **Ketika bekerja**

Perhatikan keselamatan kerja sewaktu bekerja perlu mendapat perhatian yang serius, sebab biasanya kecelakaan yang sering terjadi adalah *sewaktu melaksakan pekerjaan*. Usaha-usaha yang diperlakukan untuk menghindari atau mengurangi terjadinya kecelakaan dapat ditempuh dengan jalan sebagai berikut:

1. Menggunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.
2. Jangan coba-coba mengoperasikan mesin yang tidak mengetahui prinsip-prinsip kerja yang benar tehadap pekerjaan- pekerjaan yang dilakukan.
3. Si pekerja harus menguasai pengetahuan keselamatan kerja.
4. Konsentrsi penuh dalam bekerja.

c. **Ketika Selesai Bekerja**

Setelah selesai bekerja keselamatan kerja juga perlu mendapat perhatian. Sebab akibat yang sering terjadi setelah selesai bekerja diantaranya terjadi kerusakan pada peralatan dan mesin-mesin, juga memungkinkan terjadinya kecelakaan terhadap si pekerja dan lingkungan tempat bekerja. Di samping itu kelalaian yang sering terjadi adalah lupa mematikan panel kontrol listrik. Hal ini sangat membahayakan bagi pekerja lainnya yang tidak mengetahui seperti tanpa sengaja menekan tombol mesin atau terpijaknya kabel arus listrik dan sebagainya. Susun kembali peralatan pada tempat yang semestinya.

1.6 Rambu-rambu keselamatan kerja (*Mandatory Sign*)

Kalau kamu bekerja pada industri atau bengkel yang punya aktivitas tinggi, kamu akan menemukan rambu-rambu keselamatan kerja dalam pada lingkungan tersebut.Rambu-rambu tersebut sesuai dengan kebutuhan peringatan tanda di tempat itu. Dibawah ini dicantumkan beberapa bentuk dari rambu-rambu keselamatan kerja tersebu

2. **Alat-alat Ukur**

2.1 Pengertian

➢ Mengukur

Mengukur adalah membandingkan obyek benda ukur dengan alat ukur standar. Tinggi dan rendahnya kepresisian suatu alat ukur dilihat dari tingkat ketelitian alat ukur tersebut dalam mampu baca pada setiap pengukuran.
Ketelitian alat ukur didefinisikan sebagai kemampuan baca terkecil dari alat ukur tersebut. Kemampuan baca terkecil ini ditunjukkan dalam desimal dibelakang koma. Makin kecil nilai desimal tersebut maka makin baik tingkat ketelitiannya.

➢ Satuan Ukur

Pembacaan nilai suatu ukuran dalam pengukuran menganut pada dua sistem yaitu: metrik sistem dan imperial sistem, walaupun metrik sistem lebih berkembang pada aplikasi pengukuran hingga saat ini. Adapun yang dimaksud imperial sistem yaitu

pembacaan nilai ukur dalam suatu pengukuran mengunakan satuan inchi, di mana satu inchi bernilai sama dengan 25,4 mm dalam satuan metrik sistem.
Selanjutnya satuan inchi dikenal dengan pecahan desimal dan pecahan yang menggunakan pembilang & penyebut. Pecahan desimal misalnya 0,1 inchi, 0,01 inchi, dan 0,001 inchi sedangkan pecahan lainya adalah ½”,1/4”,1/8”,1/16”,1/32” dan 1/64” , tanda kutip dua di atas biasanya digunakan sebagai bacaan inchi. Untuk satuan pada metrik sistem biasanya menggunakan satuan millimeter, misalnya 1 mm, 0,5 mm, 0,01 mm, 0,001 mm dst.

- Metode Pengukuran

Untuk mendapatkan benda kerja yang presisi. Kemampuan melakukan pengukuran memegang peranan yang sangat penting. Untuk melihat berbagai ukuran dimensi benda kerja kita dapat menggunakan beberapa jenis alat ukur. Berdasarkan cara pembacaan skala ukurnya, alat ukur dibagi menjadi dua yaitu:

1. Alat ukur langsung

   Alat ukur langsung adalah jenis alat ukur yang datanya dapat langsung dibaca pada alat ukur tersebut ketika digunakan. Contoh: mistar sorong, mikrometer, mistar, busur derajat (*bevel protector*) dan lain-lain. Alat ukur ini biasanya digunakan untuk mengukur bagian-bagian yang mudah diukur dan dijangkau oleh alat ukur langsung.

2. Alat ukur tak langsung

   Alat ukur tak langsung adalah jenis alat ukur yang datanya hanya dapat dibaca dengan bantuan alat ukur langsung. Contoh: *telescoping gauge*, *inside caliper*, *outside caliper* dan lain-lain. Alat ukur ini dipakai untuk mengukur bagian-bagian yang tidak dapat dijangkau oleh alat ukur langsung. Pada alat ukur langsung memiliki beberapa tingkatan ketelitian. Untuk itu kita harus dapat menentukan alat ukur jenis apa yang harus kita gunakan berdasarkan tingkatan toleransi yang ingin kita capai. Di samping kepresisian alat ukur dan suhu ruang (kurang lebih18℃ - 20℃)

2.2 Jangka Sorong (*Vernier Caliper*)

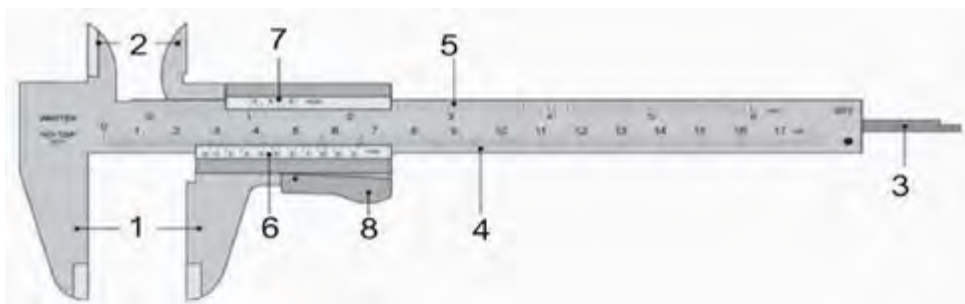
Jangka sorong adalah suatu alat ukur yang dapat dipergunakan untuk mengukur dimensi suatu benda dengan ketelitian yang bervariasi. Keuntungan penggunaan jangka sorong adalah dapat dipergunakan untuk mengukur ketebalan, diameter luar, diameter dalam, kedalaman lubang, tingkat/step, dan jarak antara dua buah titik, dengan ketelitian tinggi hingga 0,02 mm untuk satuan metrik, dan 0,001 inch untuk satuan inch.

2.2.1 Jenis-jenis Mistar Sorong

Vernier caliper

Dial caliper

Digital caliper

2.2.2 Bagian-bagian mistar sorong:

Keterangan:

1. Rahang Dalam
   Rahang dalam digunakan untuk mengukur sisi luar dari suatu benda. Terdiri atas rahang tetap dan rahang geser.

2. Rahang Luar
   Rahang luar digunakan untuk mengukur sisi dalam dari suatu benda. Terdiri atas rahang tetap dan rahang geser.

3. *Depth Probe*
   Depth probe digunakan untuk mengukur kedalaman dari suatu benda.

4. Skala Utama (dalam cm)
   Pada skala utama, angka 0 - 17 menunjukan skala dalam cm sedangkan garis - garis yang lebih pendeknya dalam mm. Sepuluh skala utama memiliki panjang 1 cm sehingga dua sekala utama yang berdekatan berukuran 0,1 cm atau sama dengan 1 mm.

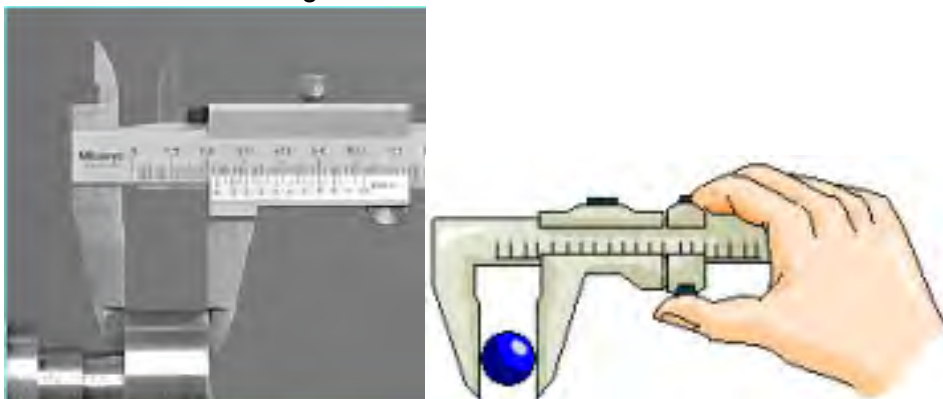
5. Skala utama (dalam inchi)
   Pada skala utama, angka 0 - 6 menunjukan skala dalam inchi sedangkan garis - garis yang lebih pendeknya dalam fraksi.

6. Skala nonius (dalam 1/10 mm)
   Pada jangka sorong di atas, untuk setiap garis skala menunjukan 1/10 mm. Tetapi ada juga yang memiliki skala 1/20. Sepuluh skala nonius memiliki panjang 9 mm, sehingga jarak dua skala nonius yang saling berdekatan adalah 0,9 mm. Dengan demikian, perbedaan satu skala utama dan satu skala nonius adalah 1 mm - 0,9 mm = 0, 1 mm atau 0,01 cm.

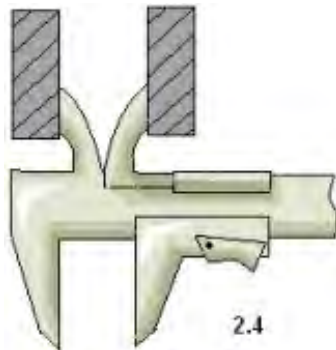
7. Skala Nonius (untuk inchi)
   Menunjukan skala pengukuran fraksi dari inchi.

8. Pengunci
   Digunakan untuk menahan bagian-bagian yang bergerak ketika pengukuran seperti rahang.

2.2.3 Cara Penggunaan Mistar Sorong

a. Pengukuran untuk ukuran luar benda ukur

Langkah-langkah:

1. Buka rahang bergerak bawah mistar sorong gunakan rahang tetap dan rahang gerak)
2. Kuncilah mistar sorong
3. Lakukan pembacaan. Usahakan pembacaan tanpa melepas mistar sorong dari benda ukur

b. Pengukuran Ukuran dalam Benda Ukur

Langkah-langkah:

1. Buka rahang geser
2. Untuk mengukur ukuran dalam gunakan rusuk tetap dan rusuk gerak
3. Kuncilah mistar sorong.
4. Lakukan pembacaan

c. Pengukuran Kedalaman Benda Ukur

Langkah-langkah:

1. Buka rahang geser sehingga batang kedalam keluar.

2. Masukkan batang kedalaman ke dalam alur atau coakan yang akan diukur dengan tegak lurus, bila tidak akan terjadi kesalahan.

3. Kuncilah mistar sorong.

4. Lakukan pembacaan

2.2.4 Macam-macam Ketelitian pada Mistar Sorong:

a. Mistar sorong dengan ketelitian 0,1 mm

Mistar sorong dengan tingkat ketelitian 0,1 mm mempunyai selisih antara x dan n sebesar 0,1 mm. Besarnya x = 1 mm, sedangkan n dapat dicari dengan rumus:

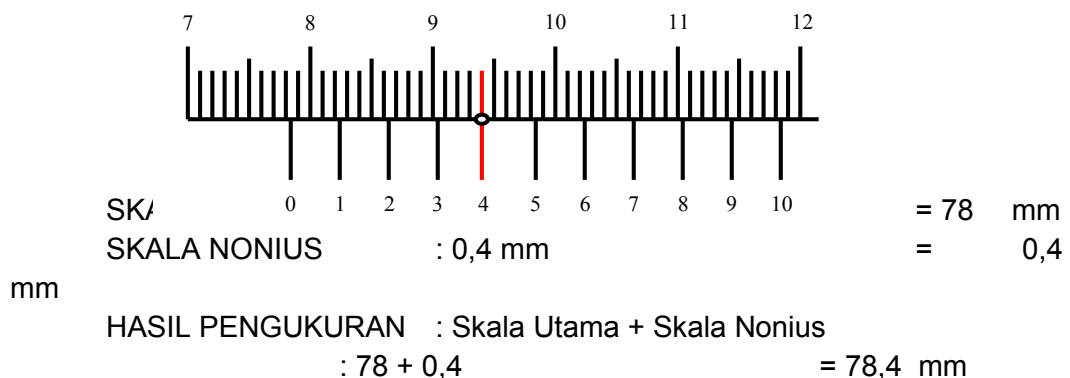
n = panjang skala (SU) dibagi dengan jumlah strip pada skala nonius atau skala vernier (SV). Mistar sorong dengan ketelitian 0,1 mm mempunyai jumlah strip pada skala nonius sebanyak 10 strip (divisi). Dengan demikian n dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

$n = \frac{9}{10} = 0{,}9$ mm

$i = x - n$

$= 1 - 0{,}9 = 0{,}1$ mm

Jadi tingkat ketelitian mistar sorong (i) = 0,1 mm
Contoh pembacaan hasil pengukuran mistar sorong dengan ketelitian 0,1 mm:

SKA = 78 mm
SKALA NONIUS : 0,4 mm = 0,4 mm
HASIL PENGUKURAN : Skala Utama + Skala Nonius
: 78 + 0,4 = 78,4 mm

b. Mistar sorong dengan ketelitian 0,05 mm

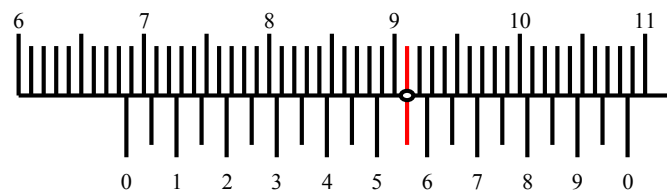
Mistar sorong dengan tingkat ketelitian 0,05 mm mempunyai selisih antara x dan n sebesar 0,05 mm. Besarnya x = 1 mm, sedangkan n dapat dicari dengan rumus:
n = panjang skala utama (SU) dibagi dengan jumlah strip pada skala nonius atau skala vernier (SV). Mistar sorong dengan ketelitian 0,05 mm mempunyai jumlah strip pada skala nonius sebanyak 20 strip (divisi). Dengan demikian n dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$n = \frac{19}{20} = 0{,}95$ mm

$i = x - n$

$= 1 - 0{,}95 = 0{,}05$ mm

Jadi tingkat ketelitian mistar sorong (i) = 0,1 mm

Contoh pembacaan hasil pengukuran mistar sorong dengan ketelitian 0,05 mm:

SKALA UTAMA : 68 mm = 68 mm
SKALA NONIUS : 11 x 0,05 mm = 0,55 mm
HASIL PENGUKURAN : Skala Utama + Skala Nonius
: 68 + 0,55 = 68,55 mm

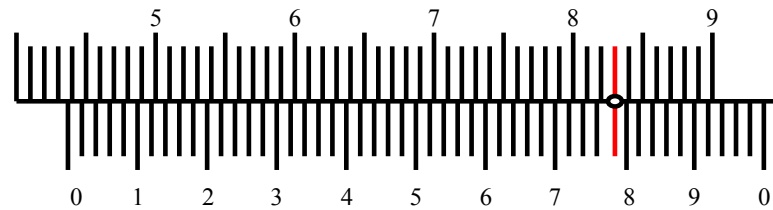
c. Mistar sorong dengan ketelitian 0,02 mm

Mistar sorong dengan tingkat ketelitian 0,02 mm mempunyai selisih antara x dan n sebesar 0,02 mm. Besarnya x = 1 mm, sedangkan n dapat dicari dengan rumus:
n = panjang skala utama (SU) dibagi dengan jumlah strip pada skala nonius atau skala vernier (SV). Mistar sorong dengan ketelitian 0,02 mm mempunyai jumlah strip pada skala nonius sebanyak 50 strip (divisi). Dengan demikian n dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$n = \frac{49}{50} = 0{,}98$ mm

$i = x - n$

$= 1 - 0{,}98 = 0{,}02$ mm

Jadi tingkat ketelitian mistar sorong (i) = 0,02 mm
Contoh pembacaan hasil pengukuran mistar sorong dengan ketelitian 0,02 mm:

SKALA UTAMA : 43 mm = 43 mm
SKALA NONIUS : 39 x 0,02 mm = 0,78 mm
HASIL PENGUKURAN : Skala Utama + Skala Nonius
: 43+ 0,78 = 43,78 mm

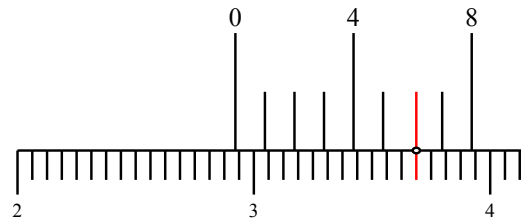
d. Mistar sorong dengan ketelitian $\frac{1}{128}$ inchi

Mistar sorong dengan tingkat ketelitian $\frac{1}{128}$ inchi, skala utamanya setiap 1 inci dibagi menjadi 16 bagian, berarti satu bagian skala utama (x) nilainya sama dengan 1/16 inchi. Pada skala noniusnya dibagi dalam 8 bagian. Mistar sorong dengan tingkat ketelitian 1/128 inchi mempunyai selisih antara x dan n sebesar 1/128 inchi. Besarnya x = 1/16 inchi, sedangkan n dapat dicari dengan rumus:
n = panjang skala utama (SU) dibagi dengan jumlah strip pada skala nonius atau skala vernier (SV). Panjang skala utama dihitung mulai garis nol sampai garis terakhir pada skala nonius yaitu sama dengan 7/16 inchi.

$$n = \frac{7/16}{8} = \frac{7}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{7}{128} \text{ inchi}$$

i = x – n

= 1/16 – 7/128 = 8/128 – 7/128 = 1/128 inchi

Jadi tingkat ketelitian mistar sorong (i) = $\frac{1}{128}$ inchi
Contoh pembacaan hasil pengukuran mistar sorong dengan ketelitian $\frac{1}{128}$ inchi:

SKALA UTAMA	: 2 inchi + $\frac{14}{16}$ inchi	= 2 $\frac{14}{16}$ inchi
SKALA NONIUS	: $\frac{6}{128}$ inchi	= $\frac{6}{128}$ inchi
HASIL PENGUKURAN	: Skala Utama + Skala Nonius	
	: 2 $\frac{14}{16}$ + $\frac{6}{128}$	= 2 $\frac{59}{64}$ inchi

e. Mistar sorong dengan ketelitian 0,001 inchi

Mistar sorong dengan tingkat ketelitian 0,001 inchi, skala utamanya setiap 1 inchi dibagi menjadi 40 bagian, berarti satu bagian skala utama (x) nilainya = 1/40 inchi atau 0,025 inchi. Pada skala noniusnya dibagi dalam 25 bagian. Mistar sorong dengan tingkat ketelitian 0,001 inchi mempunyai selisih antara x dan n sebesar 0,001 inchi. Besarnya x = 1/40 inchi, sedangkan n dapat dicari dengan rumus:

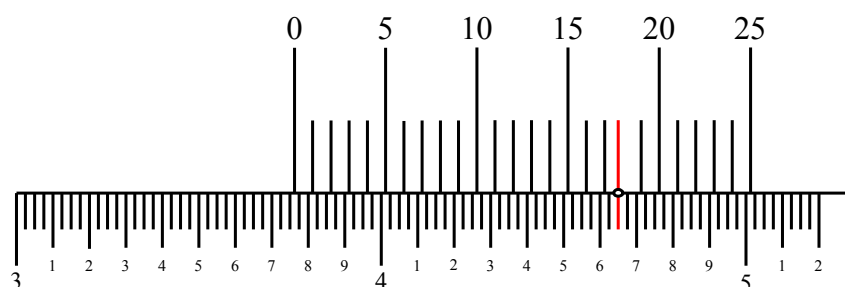
n = panjang skala utama (SU) dibagi dengan jumlah strip pada skala nonius atau skala vernier (SV).

Panjang skala utama dihitung mulai garis nol sampai garis terakhir pada skala nonius, yaitu 1,225 inci. Dengan demikian n dapat dicari dengan cara sebagai berikut

n = 1,225 / 25 = 0,049 inchi

i = x – n

= 0,050 - 0,049 = 0,001 inchi

Jadi tingkat ketelitian mistar sorong (i) adalah : 0.001 inchi
Contoh pembacaan hasil pengukuran mistar sorong dengan ketelitian 0,001 inchi:

SKALA UTAMA : 3 inchi + 0,7 inchi + (2 x 0,025)
= 3,75 inchi
SKALA NONIUS : 18 x 0,001 inchi
= 0,018 inchi

HASIL PENGUKURAN : Skala Utama + Skala Nonius
: 3,75 + 0,018
= 3,768 inchi

2.3 Mikrometer

Mikrometer adalah alat ukur linier yang mempunyai ketelitian/ kecermatan yang tinggi, lebih presisi daripada mistar sorong. Komponen terpenting dari mikrometer adalah ulir utama. Dengan memutar silinder putar satu kali putaran, maka poros ukur akan bergerak secara linier sepanjang satu kisar sesuai dengan kisar dari ulir utama (umumnya memiliki kisar 0,5 mm). Pada mikrometer umumnya jarak gerak dari poros ukurannya dibuat sampai 25 mm, yang bertujuan untuk membatasi kesalahan kumulatif kisar. Mikrometer dapat digunakan untuk berbagai kegiatan pengukuran, di antaranya untuk mengukur diameter luar, diameter dalam, ketebalan suatu benda kerja, kedalaman, dan panjang dari suatu bagian

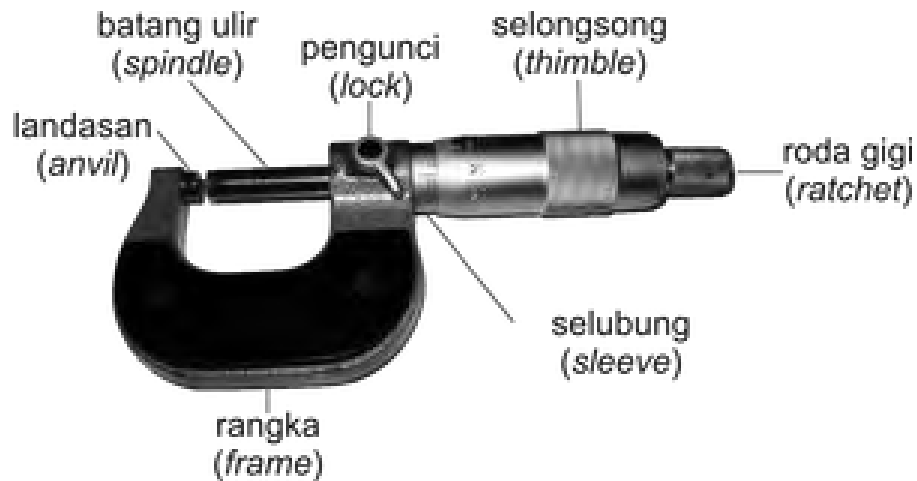
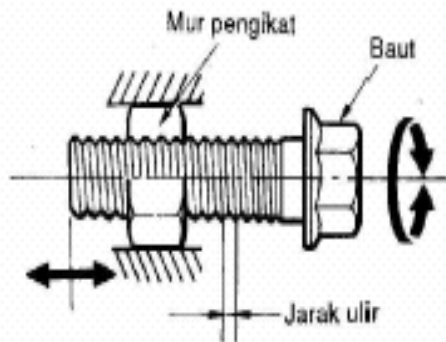
2.3.1 Jenis-jenis micrometer

1. Mikrometer luar
2. Micrometer kedalaman
3. Micrometer dalam

Mikrometer luar

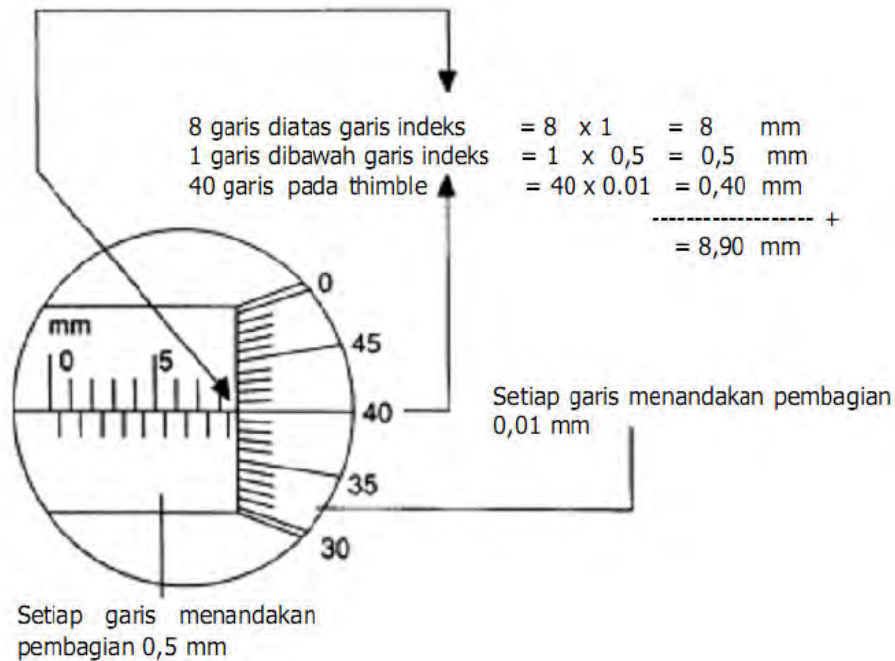
Mikrometer Kedalaman

Mikrometer Dalam

2.3.2 Bagian-bagian Mikrometer Luar

Prinsip kerja mikrometer ini mirip dengan mur dan baut.

Pada alat ukur yang sebenarnya mur berarti inner sleeve dan baut adalah spindle.

Jika baut diputar satu kali, maka baut tersebut akan bergerak satu ulir.

Apabila jarak ulir 1 mm, baut akan bergerak 2 mm dan seterusnya.

Cara membaca mikrometer (metris) adalah sebagai berikut. Tiap garis di atas garis indeks pada sleeve melambangkan 1 mm. Tiap garis di bawah garis indeks melambangkan pembagian tiap 0,5 mm. Pada thimble terdapat 50 garis dan setiap garis melambangkan 0,01 mm. Sebagai contoh pada gambar berikut, pembacaan ukuran adalah 8,90 mm.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan mikrometer adalah:

1. Permukaan benda ukur dan mulut ukur harus dibersihkan lebih dahulu dari kotoran yang mengganjal.

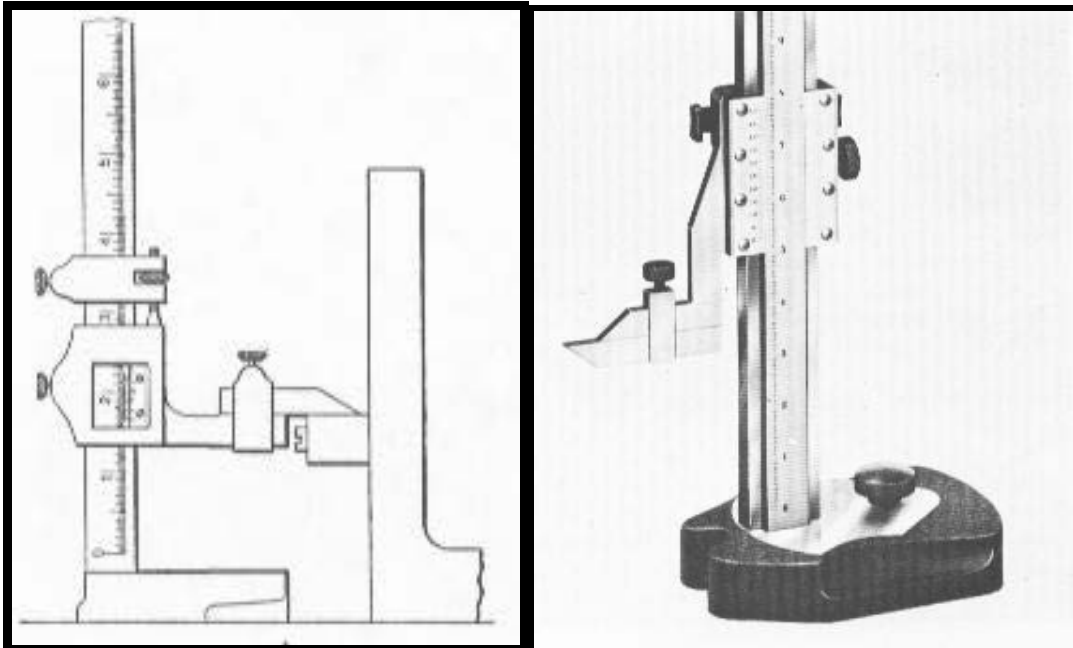
2. Sebelum dipakai kedudukan nol dari mikrometer harus diperiksa.

3. Masukan benda ukur ke mulut ukur dengan perlahan - lahan. Perhatikan cara pemegangannya pada gambar 10.

4. Pada saat mengukur penekanannya jangan terlalu keras , karena dapat menyebabkan kesalahan ukur akibat adanya deformasi dari benda ukur/ dari alat ukurnya.

Akurasi dari mikrometer sangat tergantung pada perawatan dan penggunaannya. Operator yang baik akan menyimpan mikrometer pada tempat yang bebas dari debu atau kontak dengan beram. Mikrometer hendaknya tidak disimpan pada laci atau pada kotak bersamaan dan bertumpuk dengan alat lain yang lebih berat. Mikrometer juga perlu dilumasi dengan oli yang mempunyai grade untuk mencegah dari karat dan korosi. Keakuratan mikrometer harus dicek secara berkala. Untuk mengetahui akurasi dari mikrometer dapat dilihat dari posisi garis nol pada *thimble* dan garis indeks horizontal pada *barrel*. Ini dillakukan dengan memutar *thimble* sehingga *spindle* merapat pada *anvil*. Jika garis nol pada *thimble* segaris dengan garis index horizontal dari *barrel*, dapat disimpulkan mikrometer tersebut akurat. Apabila garis nol dengan garis index horizontal tidak terletak segaris, maka mikrometer tersebut memerlukan penyetelan (*adjustment*).

2.4 Mistar Geser Ketinggian (*Height Gauge*)

Height gauge digunakan untuk mengukur ketinggian suatu benda dan dapat pula digunakan untuk menarik garis-garis gambar. Bentuknya bermacam-macam dan dilengkapi dengan pembagian ukuran yang teliti.
Bentuk penggoresnya pun bermacam-macam pula, ada yang bulat runcing seperti penggores biasa dan ada pula yang berbentuk pisau pendek. Kedudukan dari *height gauge* dapat diatur bagian sorongnya dapat distel naik turun menurut ukuran tinggi yang dikehendaki.

Pada umumya mistar geser ketinggian mempunyai ketelitian 0,1 mm, 0,05 mm dan 0,02 mm. Untuk mendapatkan ketelitian dan cara pembacaannya sama dengan mistar geser biasa.

Mistar Geser Ketinggian

2.4.1 Cara mengukur dengan hight gauge

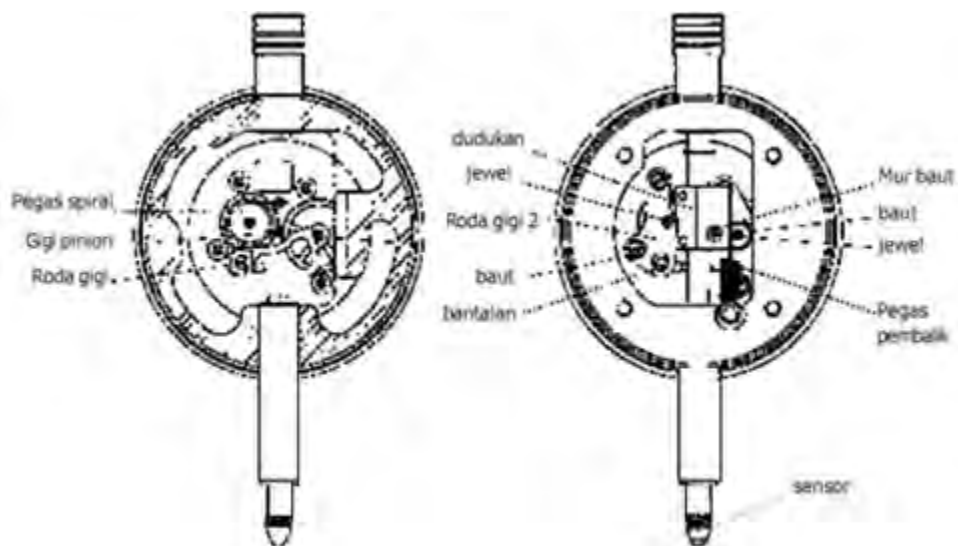
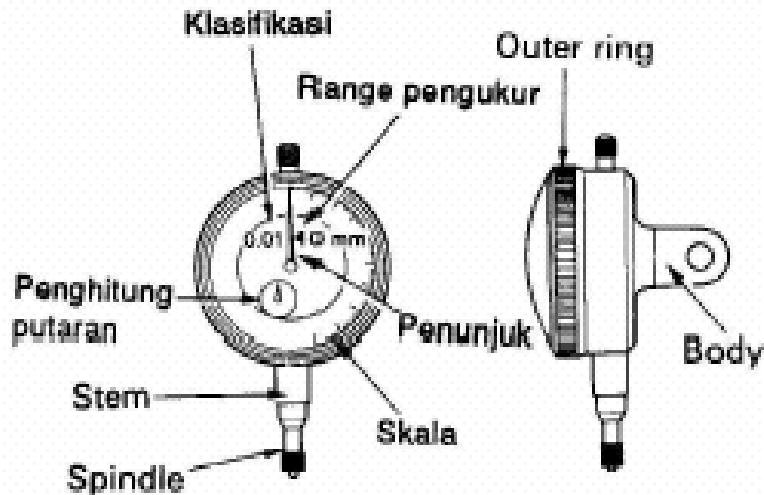
Langkah-langkah pengukuran ketinggian dengan *height gauge*:

1. Bersihkan meja rata.
2. Buka mistar sorong sampai pada ketinggian benda ukur.
3. Kuncilah mistar sorong
4. Lakukan pembacaan

2.5 Dial Indicator

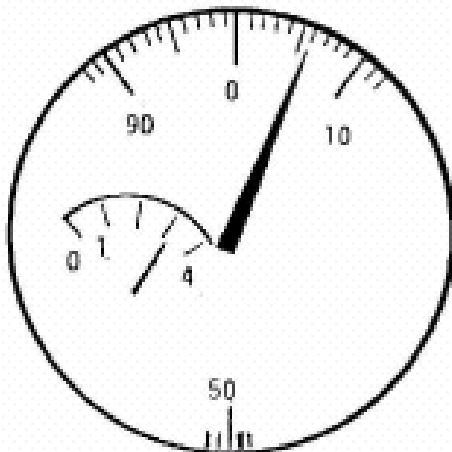
Dial indicator atau jam ukur merupakan alat pembanding yang banyak digunakan di industri pemesinan maupun pada bagian pengukuran. Penggunaan jam ukur adalah

antara lain untuk mengetes penyimpangan-penyimpangan yang kecil pada bidang datar, bulat atau permukaan lengkung. Misalnya untuk memeriksa kesejajaran permukaan-permukaan, menyetel kesentrisan benda kerja pada pencekam mesin bubut, memeriksa penyimpangan eksentris, memeriksa kebulatan diameter poros, menyetel plat siku, memeriksa penyimpangan putaran beberapa bantalan seperti pada poros engkol mesin mobil, memeriksa penyimpangan aksial dari drum roda mobil, dan lain-lain.

Prinsip kerja jam ukur secara mekanis, dimana gerak linier sensor diubah menjadi gerak rotasi oleh jarum penunjuk pada piringan dengan perantaraan batang bergigi dan susunan roda gigi.

Mekanisme *Dial Indicator* dan Bagian-Bagiannya

Pegas koil berfungsi sebagai penekan batang bergigi hingga sensor selalu menekan ke bawah. Sedangkan pegas spiral berfungsi sebagai penekan sistem transmisi roda gigi sehingga permukaan gigi yang berpasangan selalu menekan pada sisi yang sama untuk kedua arah putaran (untuk menghindari *backlash*) yang mungkin terjadi karena profil gigi yang tidak sempurna atau sudah aus. Jam ukur juga dilengkapi dengan jewel untuk mengurangi gesekan pada dudukan poros roda gigi.

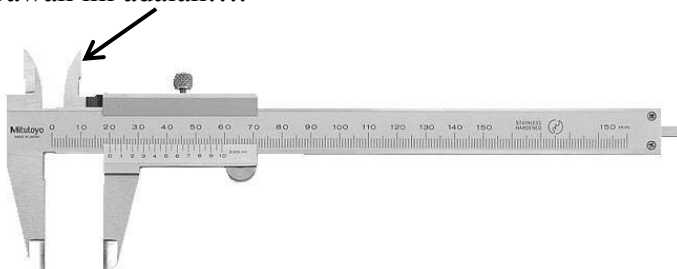
Ketelitian dan kecermatan jam ukur berbeda–beda ada yang kecermatannya 0,01; 0,02; 0,005 dan kapasitas ukurnya juga berbeda – beda , misalnya : 20, 10, 5, 2, 1 mm . Untuk jam ukur dengan kapasitas besar, terdapat jam kecil dalam piringan yang besar dimana satu putaran jarum besar sama dengan tanda satu angka jam kecil. Pada piringan terdapat skala yang dilengkapi dengan tanda batas atas dan tanda batas bawah. Piringan skala dapat diputar untuk kalibrasi posisi nol.

Untuk mengetahui hasil pengukuran, dapat ditentukan dengan melihat posisi jarum panjang dan jarum pendek.

Soal – soal

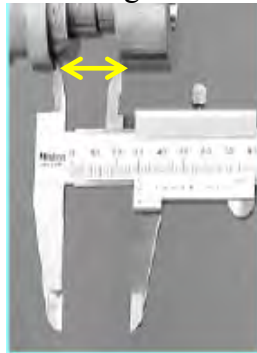
1. Pengecekan alat ukur dengan peralatan standar disebut….
   a. Metrologi
   b. Kalibrasi
   c. Fabrikasi
   d. Kolaborasi
   e. Identifikasi

2. Fungsi dari alat ukur mistar sorong adalah sebagai berikut, kecuali….
   a. Mengukur ketebalan
   b. Mengukur kerataan
   c. Mengukur diameter luar
   d. Mengukur diameter dalam
   e. Mengukur kedalaman

3. Jenis mistar sorong yang menggunakan jam ukur sebagai ganti skala pembacaan disebut....
   a. Kaliber tinggi
   b. Vernier caliper
   c. Dial caliper
   d. Kaliber batas
   e. Kaliber celah

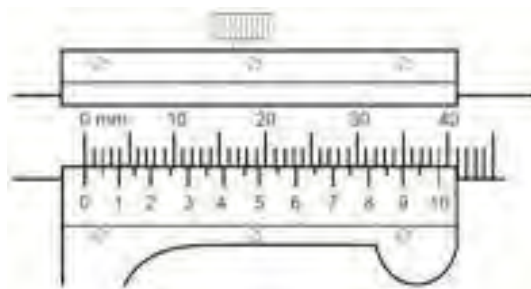
4. Bagian dari alat ukur mistar sorong yang ditunjukkan oleh panah pada gambar di bawah ini adalah….

   a. Rahang tetap
   b. Rahang geser
   c. Batang geser
   d. Tanduk geser
   e. Tanduk tetap

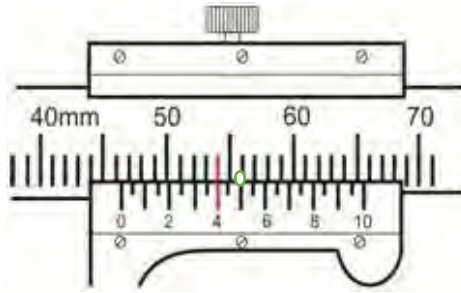
5. Fungsi dari *outside micrometer* adalah untuk mengukur….
   a. Diameter dalam
   b. Ketebalan benda
   c. Kerataan bidang
   d. Ketirusan bidang
   e. Kedalaman benda

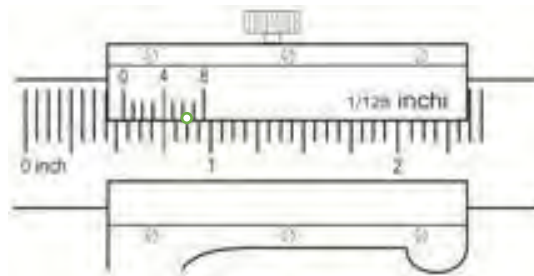
6. Gambar di bawah ini menunjukkan fungsi mistar sorong untuk pengukuran….

   a. Ketebalan
   b. Dimensi dalam
   c. Kedalaman
   d. Ketirusan
   e. Kerataan

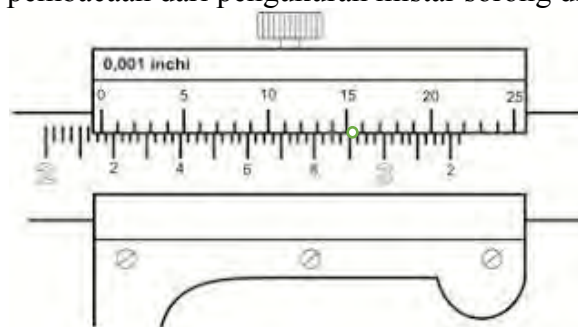
7. Berikut ini adalah macam-macam ukuran ketelitian pada mistar sorong, kecuali….
   a. 0,1 mm
   b. 0,001 mm
   c. 0,02 mm
   d. 0,001 inchi
   e. 1/128 inchi

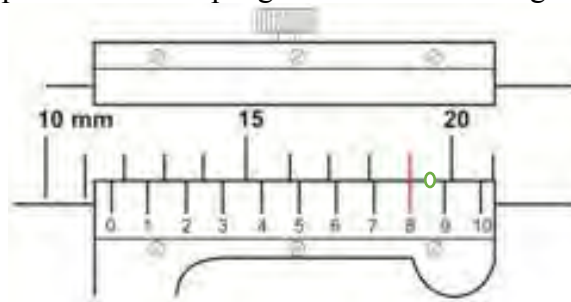
8. Berapakah jumlah strip yang terdapat pada skala nonius jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0,02 mm….
   a. 10 strip
   b. 20 strip
   c. 25 strip
   d. 35 strip
   e. 50 strip

9. Gambar di bawah ini menunjukkan mistar sorong dengan tingkat ketelitian….

   a. 0,1 mm
   b. 0,02 mm
   c. 0,05 mm
   d. 0,5 mm
   e. 0,001 mm

10. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran mistar sorong di bawah ini….

a. 50,4 mm
b. 54,4 mm
c. 44,6 mm
d. 46,4 mm
e. 41,4 mm

11. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran mistar sorong di bawah ini….

a. $\frac{69}{128}$ inchi
b. $\frac{67}{128}$ inchi
c. $\frac{17}{32}$ inchi
d. $\frac{8}{128}$ inchi
e. $\frac{12}{128}$ inchi

12. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran mistar sorong di bawah ini….

a. 2,782 inchi
b. 2,784 inchi
c. 2,164 inchi
d. 2,168 inchi
e. 2,822 inchi

13. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran mistar sorong di bawah ini….

a. 10,8 mm
b. 11,8 mm
c. 12,8 mm
d. 15,8 mm
e. 19,8 mm

14. Jenis mikrometer yang digunakan untuk mengukur kedalaman adalah….
a. Mikrometer dalam
b. Mikrometer luar
c. Mikrometer roda gigi
d. Mikrometer kedalaman
e. Mikrometer ulir

15. Gambar berikut ini menunjukkan jenis alat ukur….

a. Mikrometer dalam
b. Mikrometer luar
c. Mikrometer roda gigi
d. Mikrometer kedalaman
e. Mikrometer ulir

16. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran mikrometer di bawah ini….

a. 14,35 mm
b. 14,37 mm
c. 14,38 mm
d. 15,00 mm
e. 15,37 mm

17. Bagian dari alat ukur mikrometer yang ditunjukkan oleh panah pada gambar berikut ini adalah….

    a. Pengunci (lock)
    b. Roda gigi (ratchet)
    c. Batang ulir (Spindle)
    d. Rangka (frame)
    e. Landasan (anvil)

18. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran mikrometer di bawah ini….

    a. 24,31 mm
    b. 24,32 mm
    c. 24,35 mm
    d. 24,82 mm
    e. 25,00 mm

19. Mikrometer yang cocok digunakan untuk mengukur diameter sebuah benda kerja seperti bola adalah….
    a. Mikrometer luar
    b. Mikrometer kekasaran
    c. Mikrometer dalam
    d. Mikrometer kedalaman
    e. Mikrometer ketirusan

20. Fungsi dari *height gauge* di antaranya adalah untuk mengukur....
    a. Diameter benda
    b. Kedalaman suatu lubang
    c. Kemiringan suatu bidang
    d. Ketinggian suatu benda
    e. Kerataan suatu bidang

21. 1) Kuncilah *height gauge*
    2) Bersihkan meja rata
    3) Buka *height gauge* sampai pada ketinggian benda ukur
    4) Lakukan pembacaan hasil pengukuran

    Dari langkah-langkah di atas, urutan dalam penggunaan *height gauge* yang paling tepat adalah….
    a. 3-2-1-4
    b. 3-4-2-1
    c. 3-1-2-4
    d. 2-3-4-1
    e. 2-3-1-4

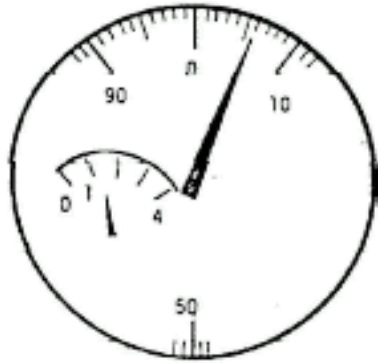
22. Salah satu fungsi dari alat ukur *dial indicator* adalah….
    a. Mengukur diameter benda
    b. Mengukur kedalaman lubang
    c. Mengukur kesejajaran permukaan
    d. Mengukur ketinggian benda
    e. Mengukur ketebalan benda

23. Bagian yang ditunjukkan oleh panah pada gambar di bawah ini adalah….

    a. Sensor
    b. Pengunci
    c. Roda gigi
    d. Stem
    e. Skala pengukura

24. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran *dial indicator* di bawah ini….

a. 6,30 mm
b. 6,31 mm
c. 3,60 mm
d. 3,06 mm
e. 2,60 mm

25. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran *dial indicator* di bawah ini….

a. 1,06 mm
b. 1,50 mm
c. 1,60 mm
d. 6,10 mm
e. 6,01 mm

26. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang tepat untuk memelihara alat ukur secara umum, kecuali….
    a. Dijaga pada suhu 20°C
    b. Dijaga pada kondisi tidak terlalu lembab
    c. Dijauhkan dari getaran atau goncangan
    d. Diberi cairan alkohol setelah alat ukur dipakai
    e. Dipakai sesuai dengan fungsinya

27. Setelah selesai dipakai alat ukur mekanik presisi sebelum dimasukkan dalam kotak/pelindung sensor maka perlu diberi....
    a. Alkohol
    b. Vaselin
    c. Cat
    d. Krim
    e. Air

28. Ketika melakukan pengukuran menggunakan *height gauge* dibutuhkan alat bantu dengan permukaan yang rata sebagai acuan yang disebut dengan....
    a. Kaca parallel (optical parallel)
    b. Kaca rata (optical flat)
    c. Blok ukur (gauge block)
    d. Meja rata (surface plate)
    e. Mistar baja

29. Alat ukur yang memiliki prinsip kerja mekanik di mana gerakan linear sensor diubah menjadi gerakan putaran jarum penunjuk pada piringan yang berskala dengan perantara batang bergerigi dan susunan roda gigi disebut....
    a. Mikrometer
    b. Dial indicator
    c. Bevel protactor
    d. Mistar Sorong
    e. Height gauge

30. Berikut ini merupakan pengukuran yang mampu dilakukan dengan baik menggunakan mistar sorong, kecuali ….
    a. Mengukur kedalaman
    b. Mengukur panjang benda
    c. Mengukur diameter
    d. Mengukur kerataan/kedataran
    e. Mengukur ketebalan benda

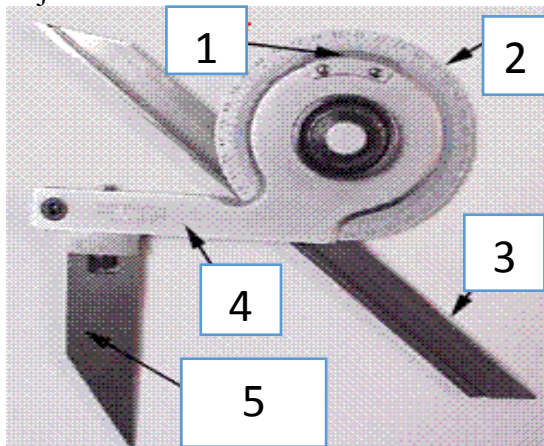
31. Bagian mikrometer luar (outside micrometer) yang terdapat skala ukur adalah....
    a. Selubung (Sleeve)
    b. Landasan (Anvil)
    c. Rangka (Frame)
    d. Roda gigi (Ratchet)
    e. Batang ulir (Spindle)

32. Alat ukur yang digunakan untuk pengukuran sudut antara dua permukaan benda ukur dengan ketelitian lebih kecil dari satu derajat adalah….
    a. Cylinder Bore Gauge
    b. Vernier Caliper
    c. Bevel Protactor
    d. Height Gauge
    e. Pupitas

33. Pada penggunaan busur bilah (bevel protactor), nilai 1 (satu) divisi skala nonius adalah….
    a. 1 derajat
    b. 5 derajat
    c. 1 menit
    d. 5 menit
    e. 1 milimeter

34. Berapakah hasil pembacaan dari pengukuran *bevel protactor* di bawah ini…

    a. 40° 15’
    b. 45° 45’
    c. 46° 45’
    d. 50° 45’
    e. 54° 45’

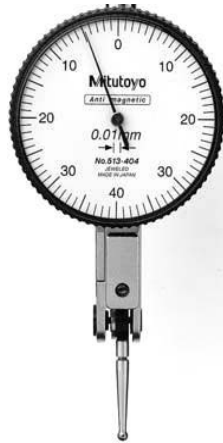
35. Pada gambar *bevel protactor* di bawah ini, bagian skala utama (main scale) ditunjukkan oleh nomor….

a. 1
b. 2
c. 3
d. 4
e. 5

36. Berikut ini merupakan nama-nama bagian yang terdapat pada konstruksi pupitas, kecuali….
    a. Sensor yang berbentuk lengan
    b. Blok gerak
    c. Selubung
    d. Blok diam
    e. Piring ukur

37. Gambar berikut ini menunjukkan jenis alat ukur….

a. Dial indicator
b. Cylinder bore gauge
c. Bevel protactor
d. Pupitas
e. Height gauge

38. Bagian yang berfungsi sebagai pemegang untuk memposisikan ketepatan pengukuran pada *cylinder bore gauge* adalah….
    a. Grip
    b. Dial gauge
    c. Replacement rod
    d. Replacement washer
    e. Measuring point

39. Gambar berikut ini menunjukkan jenis alat ukur….

a. Dial indicator
b. Cylinder bore gauge
c. Bevel protactor
d. Pupitas
e. Height gauge

40. Berikut ini adalah langkah-langkah penggunaan *dial indicator*:
   1) Putarlah poros perlahan-lahan dan temukan point pada permukaan pembacaan paling kecil. Putarlah *outer ring* sampai penunjukkan pada "0".
   2) Sentuhkan spindel *dial gauge* pada permukaan poros. Aturlah tinggi *dial gauge*, kunci sedemikian rupa sehingga menyentuh permukaan poros.
   3) Letakkan V-block di atas plat datar dan letakkan poros di atas block.
   4) Putarlah poros perlahan-lahan. Bacalah jumlah gerakan pointer.

   Dari langkah-langkah di atas, urutan dalam penggunaan dial indicator yang paling tepat adalah….
   a. 3-2-1-4
   b. 3-4-2-1
   c. 3-1-2-4
   d. 3-4-1-2
   e. 3-2-4-1

3. **Peralatan Manual**

Untuk mendapatkan hasil yang baik, khususnya pada pekerjaan dibengkel pesawat, sebelum benda kerja dikerjakan harus digambar (*tracing*) terlebih dahulu. Hal ini untuk menjaga agar pekrjaan yang dikerjakan tidak kurang dari batas-batas yang semestinya. Dengan demikian kita mempunyai pedoman, sampai berapa jauh pekerjaan itu kita kerjakan.

3.1 Penggores.

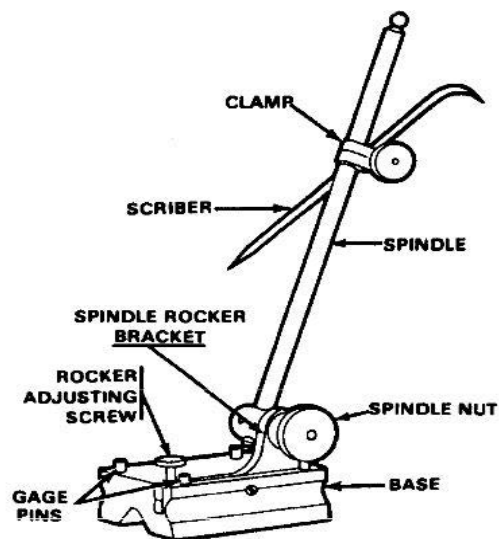
Penggores terbuat dari baja perkakas berbentuk bulat panjang dengan garis tengah 3/16 “” (± 5 mm). Panjangnya antara 4““ sampai 12„“. Fungsi penggores adalah untuk membuat garis, khususnya penandaan garis pada permukaan logam benda kerja.

3.1.1 Bentuk-bentuk penggores

Ada beberapa tipe penggores yang sering digunakan di bengkel:

Engineers Scriber

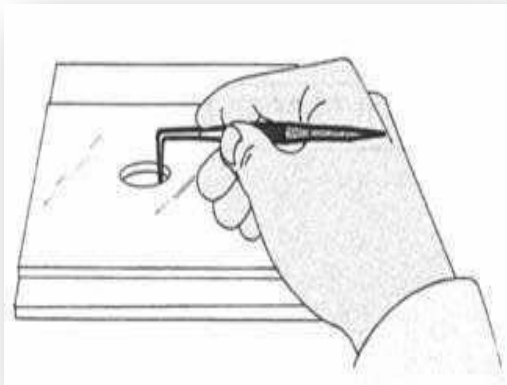
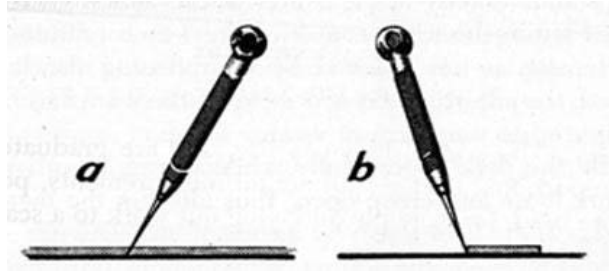
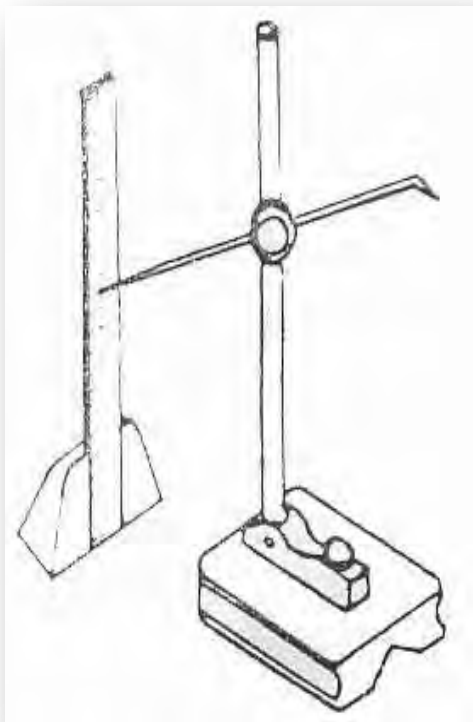
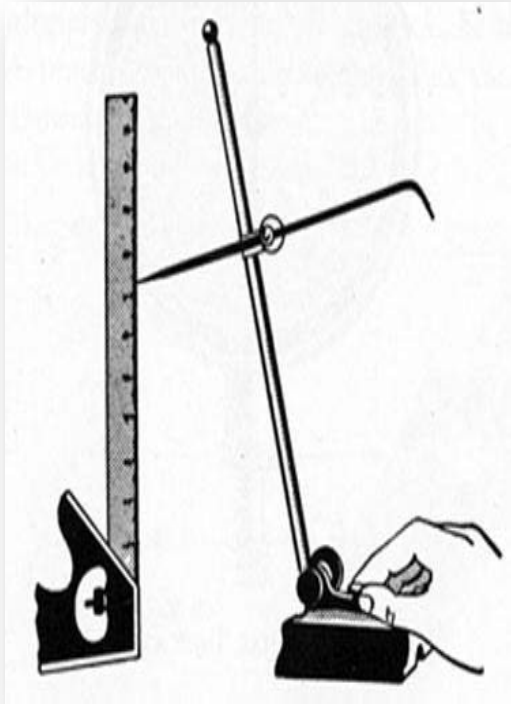
Double Ended Scriber

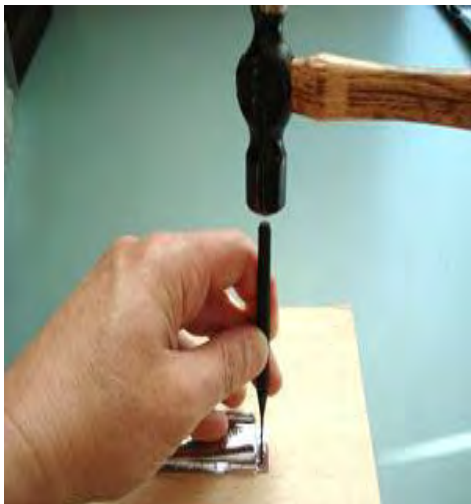
Combination Scriber

Hight Scriber

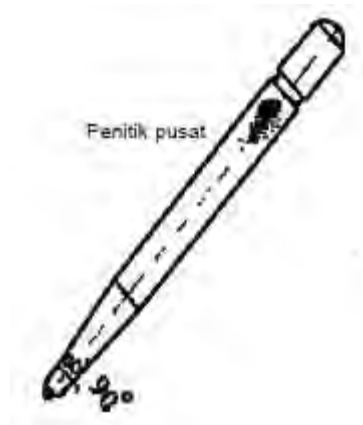
Penggores dengan ketinggian yang dapat diatur sesuai skala yang penggunaannya dilakukan di atas meja pengukur kerataan.

3.1.2 Teknik pemakaian Penggores

Cara menggores

- Tekan pengarah/penggaris besi, dengan kuat pada benda kerja
- Penggores dimiringkan kearah luar dari pengarah.
- Miringkan penggores kearah gerakan penggoresan.
- Tekan dan goreslah benda kerja dengan sekali gores saja

3.2 Penitik

Penitik terbuat dari baja perkakas yang bagian badanya dikartel agar tidak licin sewaktu dipegang, ujungnya lancip dengan sudut 30° dan 90°. Penitik digunakan untuk menandai titik pusat lubang yang akan dibor.

3.2.1 Penitik pusat (centre punch)

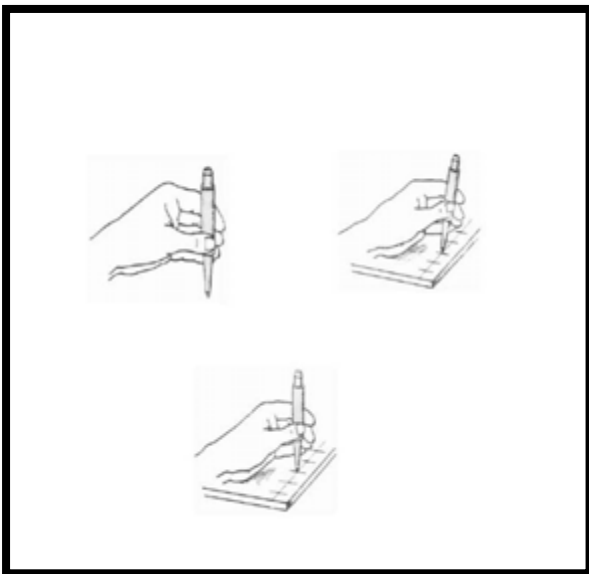
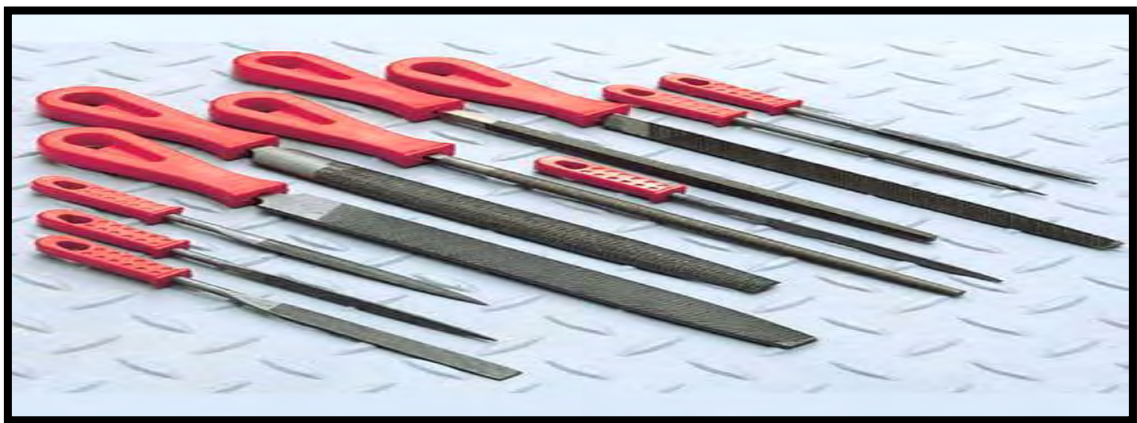
Penitik pusat (center-punch) terbuat dari baja perkakas yang bagian badanya dikartel agar tidak licin sewaktu dipegang, ujungnya lancip dengan sudut 90°. Penitik digunakan untuk menandai titik pusat lubang yang akan dibor. Untuk menandai garis yang akan dipotong dapat digunakan penitik garis (prick-punch), penitik ini mempunyai sudut lancipnya 60°.

3.2.2 Penitik Garis

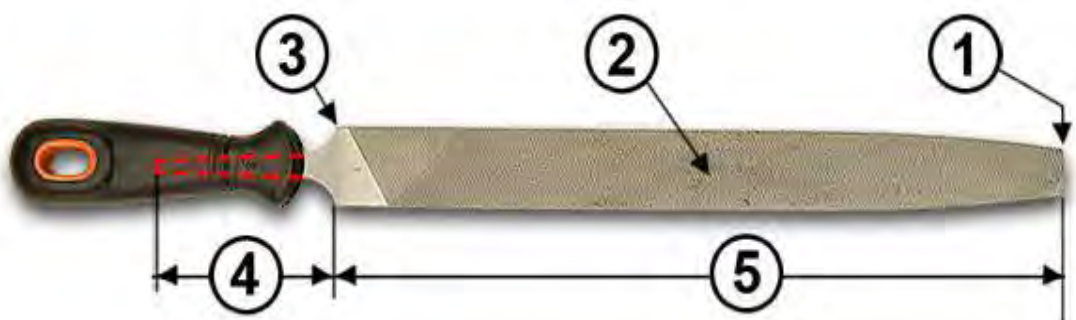
Untuk menandai garis yang akan dipotong dapat digunakan penitik garis (prick-punch), penitik ini mempunyai sudut lancipnya 60°. Agar garis yang telah digoreskan pada benda kerja tidak mudah terhapus selama benda kerja tersebut dikerjakan, diperlukan penitik garis untuk memperjelas garis batasnya.

3.2.3 Penitik otomatis

Untuk menghasilkan tanda titik dengan alat penitik ini cukup ditekan dengan tangan dan tidak boleh dipukul dengan palu.

3.2.4 Cara menggunakan penitik

1. Pegang penitik di tangan kiri (yang bukan kidal)
2. Miringkan penitik dan geser sepanjang garis hingga tepat pada garis potong, di mana tempat pusat titik akan dititik.
3. Penitik harus tegak lurus terhadap benda kerja
4. Penitik dipukul satu kali dengan pukulan ringan dan periksa posisinya. Jika sudah tepat, pukul lebih keras

3.3 Kikir

Kikir adalah suatu batang baja yang permukaanya mempunyai gigi pemarut. Kegunaan kikir pada pekerjaan penyayatan untuk meratakan dan menghaluskan suatu bidang, membuat rata dan menyiku antara bidang satu dengan bidang lainnya, membuat rata dan sejajar, membuat bidang-bidang berbentuk dan sebagainya.

Fungsi kikir pada dasarnya adalah untuk membuang sebagian benda kerja dengan jalan memarut sehingga menjadi rata, cembung, lengkung dan lain-lain.

3.3.1 Bagian-bagian dari kikir

Bagian dari file
1. Ujung
2. Muka
3. Pangkal
4. tangkai
5. Panjang.

Pada bagian muka terdapat gigi-gigi pemarut. Dari ujung sampai pada batas tangkainya dinamakan badan. Panjang badan inilah yang merupakan ukuran panjang kikir (dalam inci).

Seluruh badan kikir ini disepuh atau dikeraskan, kecuali tangkainya. Perbedaannya dapat dilihat secara visual pada kikir yang masih baru. Tangkainya bersifat lembek (*maliable*), sedangkan badan kikir , keras tapi rapuh (*ducktil*).

Mengikir adalah salah satu kegiatan meratakan permukaan benda kerja hingga mencapai ukuran, kerataan dan kehalusan tertentu dengan menggunakan kikir yang dilakukan dengan tangan. Dalam hal ini untuk mendapatkan hasil pengikiran yang presisi dan maksimal diperlukan pemahaman tentang jenis dan karakteristik kikir sebagai alat peraut/pengikis dan teknik-teknik mengikir yang baik.

Selain itu pekerjaan mengikir juga diperlukan tenaga yang kuat dan harus telaten, ulet dan teliti. Dengan demikian pekerjaan mengikir dapat dikatakan sebagai dasar keterampilan untuk pembentukan seseorang menjadi praktisi pemesinan yang profesional dan handal.

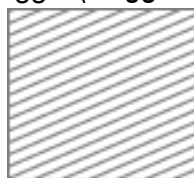
Perlu diketahui bahwa kegiatan mengikir bukan hanya meratakan dan menghaluskan sebuah permukaan benda kerja hingga mencapai ukuran, kerataan dan kehalusan tertentu, melainkan juga harus tercapai kesejajaran dan kesikuannya.

Kikir mempunyai bentuk guratan gigi disetiap jenisnya. Untuk setiap jenis bahan ada bentuk gigi yang ideal yang memberikan aksi pemotongan/penyerutan yang paling efisien.

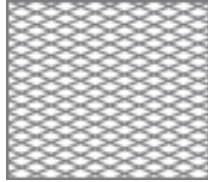
3.3.2 Spesifikasi kikir

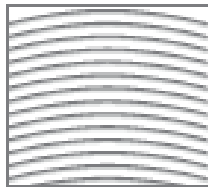
1. Bentuk gigi kikir

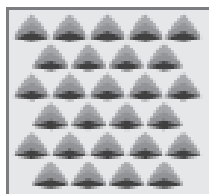
   Bentuk gigi kikir ada enam bentuk.

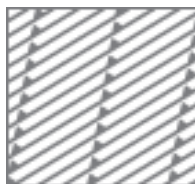
   a. Kikir Bergigi Tunggal *(singgle cut)*

Pada umumnya kikir ini lebih halus dari pada kikir bergigi ganda pada nomor yang sama , karena itu digunakan untuk pekerjaan finishing. Posisi giginya menyilang membentik sudut 54 derajat terhadap garis sumbu.beram-beram pengikiran tidak cepat

lepas dari sela-sela gigi kikir.untuk itu harus dibersihkan dengan sikat kikir.

b. Kikir Bergigi Ganda (duoble cut)

Kikir bergigi ganda ini alur pahatan dalam dalam lebih dalam daripada pahatan dangkal dan alur ini mempunyai sudut 70derajat

c. Kikir bergigi lengkung *(Curved cut*)

Kikir brgigi lengkung juga dikenal dengan *dreadnought files*, mempunyai gigi pemotongan yang berbentuk melengkung dan digunakan pada pekerjaan *fishing* benda kerja dari aluminium, kuningan, timah hitam dan permukaan plastik.

d. Kikir bergigi kerucut (*Rasp cut*)

Rasp cut files mempunyai gigi yang berbentuk kerucut. Biasa digunakan oleh tukang kayu.

e. Kikir bergigi majemuk (*Chip breaking files*)

Chip breaking files mempunyai gigi tunggal dengan terkotak-kotak seperti pada gambar

f. Kikir bergigi halus (*Diamond grit files*)

Kikir ini biasanya digunakan untuk bahan *non metal.*

3.3.3 Tingkat kehalusan kikir.

Tingkat kehalusan kikir disatukan dengan ukuran kikir. Meskipun nomor tingkat kehalusan sama, akan tetapi jika ukurannya berbeda, maka kehalusannya tidak sama. Sebagai contoh kikir 16” lebih kasar daripada kikir 12” pada nomor kehalusan yang sama, dan kikir lebih kasar dari pada kikir 8” pada kehalusan yang sama.

Tingkat kehalusan kikir :

- Sangat kasar
- Kasar
- Setengah kasar
- Halus
- Sangat halus

3.3.4 Jenis-jenis kikir

a. Kikir flat *(Flat file*)
Kikir ini digunakan untuk mengikir permukaan luar yang luas dan membutuhkan kerataan atau level juga dapat digunakan untuk mengikir permukaan dalam dengan syarat lebarnya harus lebih besar dari lebar kikir.

Tingkatan kehalusan kikir flat

a. Bastard

Adalah kikir kasar panjang badan 12”, dengan jumlah gigi 9 gigi/cm, cs = 25 , s= 0,01 , n= 40 dan mempunyai tingkat kehalusan N9 s/d N8.

b. Half Smooth

Adalah kikir setengah halus panjang badan 10”, dengan jumlah gigi 12 gigi/cm , cs = 25 , s = 0,005 , n = 40 dan tingkat kehalusan N8 s/d N7.

c. Smooth

Adalah kikir halus, panjang badan 8” dengan jumlah gigi 20 gigi/cm cs = 25 s = 0,0025 , n = 40 dengan tingkat kehalusan N7 s/d N6.

b. Kikir ½ bulat (*Half round file*)

Kikir ini digunakan untuk mengikir permukaan yang cekung dengan radius yang lebih besar dan dapat untuk mengikir sudut 350 atau lebih dan juga dapat untuk mengikir permukaan yang flat. Guratan ganda satu permukaan berbentuk cembung. Dipergunakan untuk pekerjaan yang bersifat umum dan mengikir lengkungan bagian dalam. Ukuran panjangnya 100 mm hingga 450 mm.

c. Kikir bulat (*Round file*)

Kikir ini digunakan untuk mengikir alur dengan kerataan radius dan juga mengikir permukaan lubang dengan radius kecil. Guratan tunggal atau ganda. Digunakan untuk permukaan yang lengkung, meluaskan lubang. Ukuran panjangnya 100 mm hingga 500 mm. Kikir bulat kecil dikenal sebagai alat kikir buntut tikus.

d. Kikir segi empat (*Square file)*

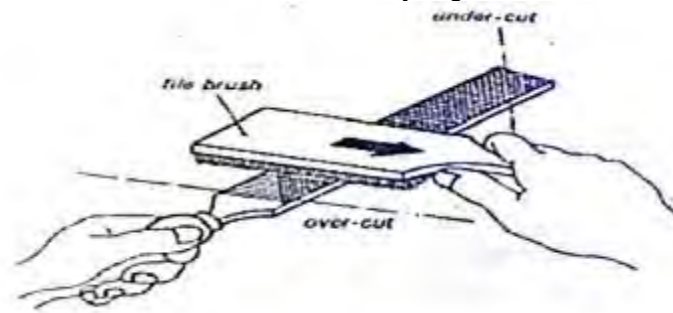
Kikir ini digunakan untuk mengikir alur sempit dengan permukaan lubang segiempat bagian dalam. Guratan ganda pada keempat muka. Dipergunakan untuk membuat jalur, menyiku celah dan pundak bujur sangkar. Ukuran panjangnya guratan 100 mm hingga 500 mm.

e. Kikir segi-3 (*Triangular files)*

Kikir ini digunakan untuk mengikir sudut 600 atau lebih dan untuk mengikir permukaan lubang yang berbentuk segitiga.

3.3.5 Membersihkan kikir

Supaya benda kerja tidak rusak atau cacat pada waktu dikikir usahakan agar kikir selalu dibersihkan atau disikat dengan sikat baja (sikat kikir) untuk membersihkan dan menmghilangkan beram-beram yang melekat disela-sela kikir. Beram-beram ini akan menyayat benda kerja sehingga meninggalkan goresan-goresan pada hasil pengikiran. Bila beram-beram itu tudak hilang dengan jalan disikat, maka congkellah dengan kawat atau penggores atau

pelat yang bergerigi.

Cara yang benar untuk membersihkan kikir dengan sikat kikir adalah dengan cara ditarik seperti tanda panah pada gambar.

3.3.6 Menyimpan Kikir

Kikir harus disimpan pada tempat yang kering, jauh dari tempat yang lembab dan berminyak, karena kikir tebuat dari baja tuang yang rentan terhadap korosi. Supaya kikir itu tidak bersinggungan satu sama lainnya, maka kikir itu harus disimpan pada tempat yang dirancang dengan baik dan tidak boleh ditumpuk. Untuk itu kikir-kikir sebelum dan sesudah dipakai harus digantung/ diletakkan berjajar dengan diberi jarak antara secukupnya atau dimasukkan kedalam boks alat. Bisa juga dengan cara di sandarkan dan gantung. Kikir yang bertumpuk akan menyebabkan kontak antara gigi satu kikir dengan lainnya yang akan menyebabkan gigi-gigi kikir cepat tumpul.

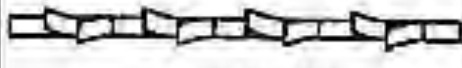
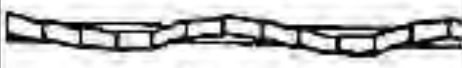
3.3.7 Gergaji Manual (Hack saw)

3.3.8 Daun gergaji Manual (tangan)

Daun gergaji manual adalah alat pemotong dan pembuat alur yang sederhana. Pada bagian sisinya terdapat gigi-gigi pemotong yang telah disepuh. Pada umumnya daun gergaji manual terbuat dari baja perkakas (tool steel), baja kecepatan tinggi (hight speed steel) dan baja tungsten. Ukurannya ditentukan oleh panjangnya, tebalnya, lebar dan banyak gigi tiap inci. Panjang daun gergaji manual 16"" sampai 12"" diukur dari jarak antara lubangnya. Tebalnya 0,025"" – 0,027"" dan lebarnya 0,5"" – 1 „".

Sifat daun gergaji manual itu fleksibel (lentur). Sehingga tidak mudah patah pada waktu pemakaian. Bagian yang dikeraskan (disepuh) hanyalah bagian gigi-giginya saja. Sedang bagian yang lainnya tidak disepuh. Perpaduan antara disepuh dengan tidak sisepuh ini mengakibatkan daun gergaji tidak mudah patah (rapuh). Berbeda dengan daun gergaji mesin. Gergaji mesin semuanya dikeraskan, sehingga gergaji mesin itu keras tapi rapuh.

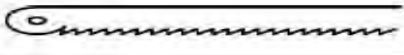
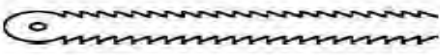
Daun gergaji terdiri dari dua macam letak gigi pemotong yaitu;

a. Gigi pemotong satu sisi (Single cut)

b. Gigi pemotong dua sisi (Double cut).

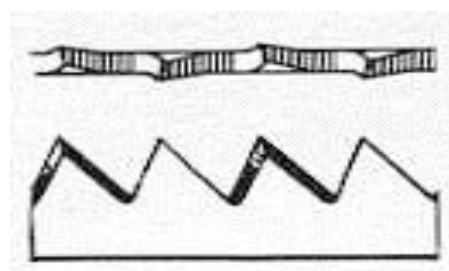
Daun gergaji yang bergigi tunggal khususnya dipergunakan untuk memotong pekerjaan yang tebalnya melebihi lebar daun gergaji itu. Dan daun gegrgaji yang bergigi kembar dipergunakan untuk memotong pekerjaan yang tebalnya kurang dari lebar daun gergaji tersebut. Bila pekerjaan yang dipotong lebih tebar dari lebar daun gergaji itu, maka gigi-gigi sisi lannya ikut tergesek yang mengakibatkan disamping menambah beban gesek, mata sisi bagian atas akan cepat tumpul.

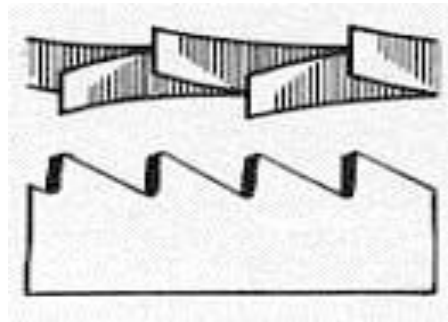
No.	Jumlah Gigi tiap Inchi	Jumlah Gigi	
		Jenis Bahan	Tebal Bahan Minimum
1.	14	Lunak	5,5 mm
2.	18	Lunak sd sedang	4,2 mm
3.	24	Sedang sd keras	3,2 mm
4.	32	Keras	2,4 mm

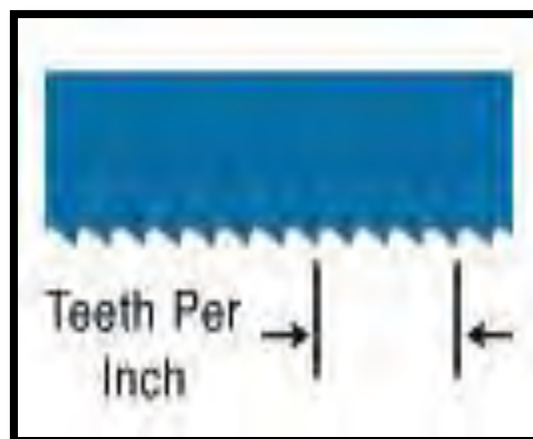
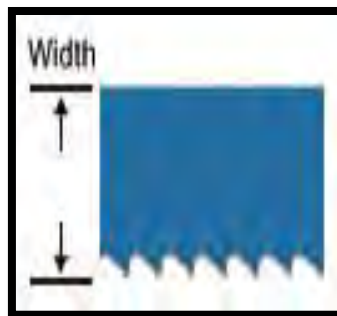
teknikmesin.net

No.	Ilustrasi	Nama	Fungsi
1.	Setelan penggaruk	*Raker set*	Umum
2.	Setelan lurus	*Straight set*	Nonferro/paduan
3.	Setelan gelombang	*Wavy set*	Baja profil

teknikmesin.net

Keuntungan dari kedua jenis daun gergaji tersebut khusus untuk pekerjaan yang mempunyai ketebalan kurang dari lebar daun gergaji, mata gergaji ganda tentu lebih menguntungkan. Karena apabila yang satu tumpul, ada cadangan.

3.3.9 Bentuk gigi gergaji :

a. Lurus

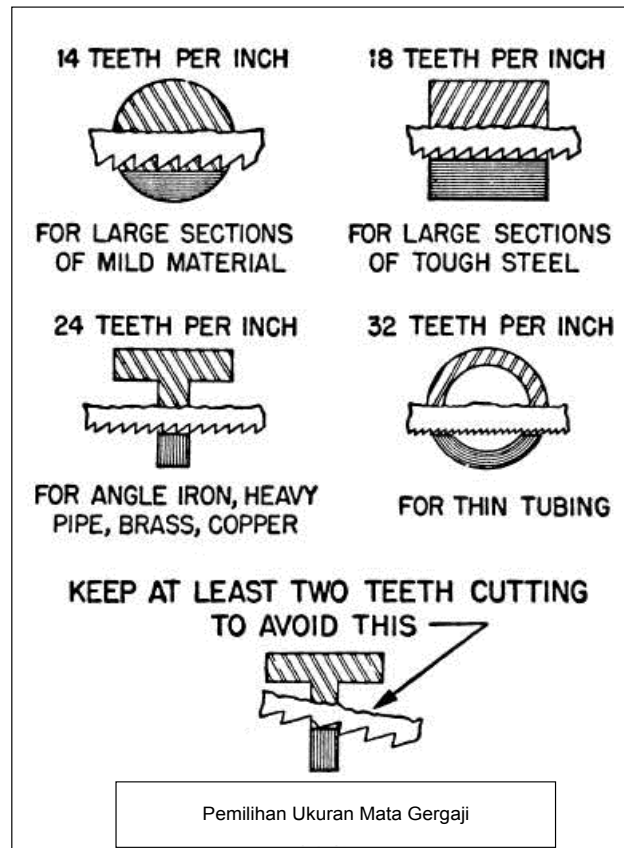
No.	Jenis Daun Gergaji	Pemakaian
1.	*Single cut*	Kedalaman tak terbatas
2.	*Double cut*	Maksimal kedalaman pemotongan sedikit di bawah gigi sebelah atas

b. Silang

Jumlah gigi per inch dan pemakaiannya

a. Jumlah gigi/inch= 14 – 18 digunakan untuk bahan pejal, tembaga, dan besi tuang.

b. Jumlah gigi/inch=22 – 24 digunakan untuk bahan dengan bentuk tebal dan baja karbon tinggi.

c. Jumlah gigi/inch= 28 – 32 digunakan untuk bahan dengan bentuk tipis, pelat, kawat, dan pipa tipis.

3.3.10 Pemakaian Mata Gergaji

Pemilihan Ukuran Mata Gergaji

3.3.11 Memasang daun gergaji

Cara-cara memasang daun gergaji dengan baik adalah sebagai berikut:

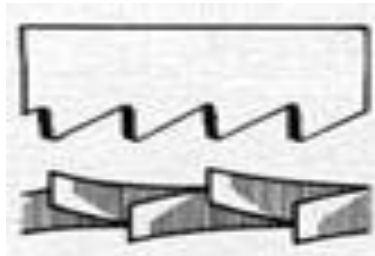
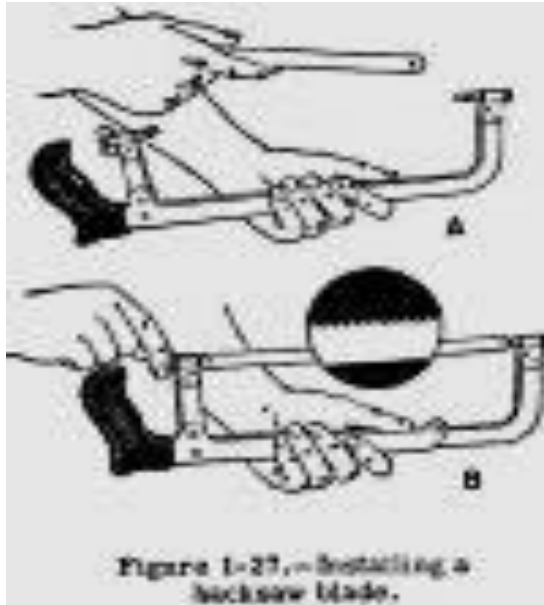
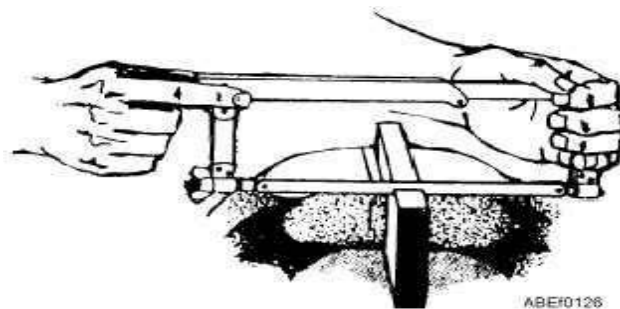
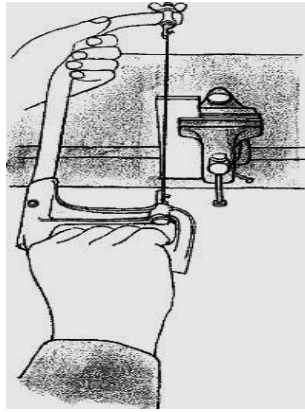
1. Pemasangan daun gergaji gigi potongnya harus menghadap kedepan

2. Lubang-lubang daun gergaji dimasukan pada pen yang terdapat pada baut sengkang, kemudian mur pengikatnya di kencangkan.

Figure 1-27.—Installing a hacksaw blade.

3. Pemasanggannya tidak boleh terlalu kendor dan tidak boleh terlalu tegang. Terlalu kendor mengakibatkan kedudukan gergaji tidak tetap sehingga dapat patah waktu didorong kedepan. Jika terlalu tegang dapat juga mengakibatkan patah, terutama diwaktu memotong benda yang tebal, karena pemuaian karena panas gesekan akan membuat daun gergaji rapuh.

4. Jika benda yang dipotong kurang dari lebar sengkangnya, maka kedudukan daun gergaji, harus sejajar dengan sengkan.

5. Jika benda yang dipotong melebihi lebar sengkang, maka kedudukan daun gergaji diputar 90º sehingga sengkang tersebut tidak terhalang oleh pekerjaan yang di potong.

3.3.12 Bentuk bentuk sengkang gergaji

Junior hacksaw	Steel Frame Hacksaw [15-166-22]
Mini-Hack Saw [20-807-22]	Panel Hacksaw
3D Model	Nicholson Hacksaw 4 In 1

Adjustable Hacksaw | Pipe Mini Hacksaw

4. Mesin Bor

4.1 Pengertian Bor

Mesin bor adalah salah satu mesin perkakas, yang secara umum digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja. Mesin bor ini juga dapat dilakukan pekerjaan – pekerjaan yang lainnya seperti, memperluas lubang, pengeboran untuk tirus pada bagian suatu lubang atau pembenaman. Dalam pelaksanaannya pengeboran sesungguhnya adalah suatu poros yang berputar, di mana pada bagian ujungnya disambungkan mata bor yang dapat mengebor terhadap benda kerja. Secara umum arah putarannya searah jarum jam (clock wise). Ada juga purannya berlawanan arah dengan arah jarum jam untuk pemakaian khusus, contohnya untuk membuka baut (screw).

Mesin bor dapat mengebor benda kerja secara terus menerus dan mempunyai kecepatannya dapat disetel sesuai kebutuhan.

Bor, powernya secara umumnya dapat digerakan dengan :

1. Manual
2. Listrik
3. Angin (pneumatic)
4. Battery

Pada manufacture pesawat udara, pemakaian mesin bor adalah mesin bor yang digerakkan dengan listrik dan angin.Umumnya lubang yang dibuat pada sheet metal aircraft structure adalah yang berdiameter kecil dan material yang dibor umumnya dibuat dari logam yang lunak. Oleh karena itu jarang dipergunakan drill motor yang besar dan yang mempunyai chuck lebih besar dari pada ¼ inchi.

4.2 Jenis-jenis mesin bor

Mesin bor (*Drilling machine)* yang digunakan pada bengkael aircraft structure adalah:

- Portable drilling machine (Mesin bor meja)
- Pneumatic hand drill (Mesin bor tangan pneumatik).

4.2.1 Mesin bor meja (Portable drilling machine)

Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja atau diberi dudukan seperti meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lobang benda kerja dengan diameter kecil (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar yang sekaligus sebagai pemegang mata bor dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.

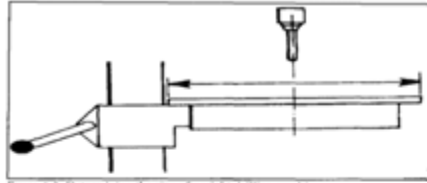



Figure 4-3. Determining the size of upright drilling machines.

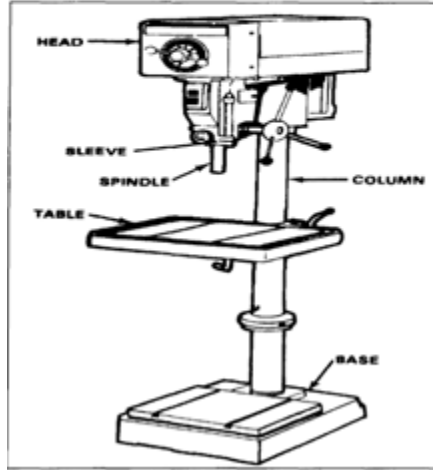



Figure 4-4. Construction of an upright drilling machine.

a. Bagian – bagian utama mesin bor

1. Base (Dudukan)

Base ini merupakan penopang dari semua komponen mesin bor. Base terletak paling bawah menempel pada lantai, biasanya dibaut. Pemasangannya harus kuat karena akan mempengaruhi keakuratan pengeboran akibat dari getaran yang terjadi.

b. Column (Tiang)

Bagian dari mesin bor yang digunakan untuk menyangga bagian-bagian yang digunakan untuk proses pengeboran. Kolom berbentuk silinder yang mempunyai alur atau rel untuk jalur gerak vertikal dari meja kerja.

c. Table (Meja)

Bagian yang digunakan untuk meletakkan benda kerja yang akan di bor. Meja kerja dapat disesuaikan secara vertikal untuk mengakomodasi ketinggian pekerjaan yang berbeda atau bisa berputar ke kiri dan ke kanan dengan sumbu poros pada ujung yang melekat pada tiang (column). Untuk meja yang berbentuk lingkaran bisa diputar 3600 dengan poros ditengah-tengah meja. Kesemuanya itu dilengkapi pengunci (table clamp) untuk menjaga agar posisi meja sesuai dengan yang dibutuhkan. Untuk menjepit benda kerja agar diam menggunakan ragum yang diletakkan di atas meja.

d. Drill (Mata Bor)

Adalah suatu alat pembuat lubang atau alur yang efisien. Mata bor yang paling sering digunakan adalah bor spiral, karena daya hantarnya yang baik, penyaluran serpih (geram) yang baik karena alur-alurnya yang berbentuk sekrup, sudut-sudut sayat yang menguntungkan dan bidang potong dapat diasah tanpa mengubah diameter bor. Bidang–bidang potong bor spiral tidak radial tetapi digeser sehingga membentuk garis-garis singgung pada lingkaran kecil yang merupakan hati bor.

e. Spindle

Bagian yang menggerakkan chuck atau pencekam, yang memegang / mencekam mata bor.

f. Spindle head

Merupakan rumah dari konstruksi spindle yang digerakkan oleh motor dengan sambungan berupa belt dan diatur oleh drill feed handle untuk proses pemakananya.

g. Drill Feed Handle

Handel untuk menurunkan atau menekankan spindle dan mata bor ke benda kerja (memakankan)

h. Motor listrik

Penggerak utama dari mesin bor adalah motor listrik, untuk kelengkapanya mulai dari kabel power dan kabel penghubung , fus/ sekring, lampu indicator, sakelar on/ off dan saklar pengatur kecepatan.

Penggunaan electric drill motors ini didasarkan atas :

a. Tersedianya aliran listrik di workshop
b. Biaya yang relatif lebih murah bila dibandingkan dengan penggunaan pneumatic drill motors
c. Perlengkapan variable speed control yang memungkinkan kemudahan dalam penggunaannya.

   Pada waktu penggunaan drilling machine, perlu diperhatikan ketentuan-ketentuan yang ada hubungannya dengan faktor keselamatan kerja dan pengerjaan yang baik, antara lain :

   1. Yakinilah tangkai mata bor dalam keadaan bersih supaya dapa terpasang dengan baik pada chuck.
   2. Pemasangan mata bor pada chuck harus benar.

3. Kencangkan selalu pemasangan mata bor menggunakan kunci chuck.
4. Pergunakan alat pengaman “ eye protection “ selama proses pengeboran
5. Jalankan drill motor untuk memeriksa apakah kedudukan mata bor sudah benar (tidak ngobel)

4.2.2 Proses pengerjaan pengeboran

Untuk Mekanisme Proses pengerjaan pengeboran adalah sebagai berikut ;

1. Pemasangan Benda Kerja.

   a. Jika menggunakan ragum, untuk benda kerja rata dan mendatar dengan ukuran benda tebalnya lebih pendek dari ukuran tinggi mulut ragum, dibagian bawah benda kerja ditahan denagan bantalan yang rata dan sejajar (paralel). Agar ragum tidak turut bergerak, ragum diikat denagan menggunakan mur baut pada meja bor.
   b. Jika tidak menggunakan ragum, benda kerja diikat pada meja bor dengan menggunakan dua buah mur baut, dua buah penjepit bentuk U dengan dua balok penahan yang sesuai.
   c. Untuk mengebor logam batang berbentuk bulat, benda kerja diletakan pada sebuah balok V dan dijepit dengan batang pengikat khusus, kemudian ditahan dengan menggunakan balok yang sesuai dan diikat oleh mur baut pada meja mesin bor.
   d. Untuk benda kerja yang akan dibor tembus, benda kerja dijepit dengan menggunakan batang, penjepit khusus, balok penahan yang sesuai tingginya dan diikat dengan mur baut pengikat agar tidak merusak ragum.

2. Pemasangan Mata Bor pada chuck

   a. Bor dengan tangkai lurus (taper) langsung dimasukan pada lubang sumbu mesin bor, tidak boleh menggunakan pemegang bor. Dengan demikian, lubang alur menerima ujung taper dan lubang taper diimbangi oleh selubang yang distandarisasi (dinormalisasikan). Ujung taper tidak digunakan untuk memegang tapi untuk mempermudah dilepas dari selumbung dengan menggunakan soket. Sebelum melepas bor, sepotong kayu harus diletakan

dibawahnya, sehingga mata bor tidak akan rusak pada saat jatuh.

b. Bor dengan tangkai selinder diguanakan “ Pemegang bor berkonsentrasi sendiri” dengan dua atau tiga rahang. Bor harus dimasukan sedalam mungkin sehinggan tidak selip pada saat berputar. Permukaan bagiaan dalam pemegang berhubungan dengan tangakai mata bor, sehingga menghasilkan putaran bor.
c. Bor dengan kepala bulat lurus diperguanakan pemegang/ penjepit bor otomatis (universal), dimana bila diputar kuncinya, maka mulutnya akan membuka atau menjepit dengan sendirinya (otomatis).

d. Bor dengan kepala tirus dipergunakan taper atau sarung pangurang yang dibuat sesuai dengan tingkatan dan kebutuhan, sehingga terdapat bermacam-macam ukuran.

e. Mata bor yang baik asahan mata potongnya akan mengebor dengan baik dan akan menghasilkan tatal yang sama tebal dengan yang keluar melalui kedua belah alur spiral bor. Untuk bahan memerlukan pendinginan, dipergunakan cerek khusus tempat bahan pendingin.

3. Proses Pengeboran

a. Atur posisi benda kerja dengan menggerakkan meja, untuk arah vertical cukup memutar handle, untuk gerak putar mejanya cukup membuka pengunci di bawah meja dan disesuaikan, setelah itu jangan lupa mengunci semua pengunci.

b. Tancapkan steker mesin ke stop kontak sumber listrik, kemudian tekan sakelar on (pada saat ini spindle sudah berputar). Atur kecepatan yang sesuai dengan benda kerja.

c. Untuk pemakanan ke benda kerja, putar *Drill feed Handle* sehingga mata bor turun dan memakan benda kerja.

d. Gunakan cairan pendingin bila perlu.

e. Setelah selesai, tekan sakelar off untuk mematikan mesin.

f. Untuk Mesin bor tangan / pistol sakelar khusus untuk pilhan putaran ke kanan dan ke kiri.

5. Perawatan mesin

Sebuah mesin dalam menjaga performa kinerjanya juga membutuhkan perawatan yang intensif pada setiap komponen mesinnya. Buat daftar pemakaian (list), isi setiap kali menggunakannya dan gantungkan pada sisi mesin bor. Hal ini juga diperlukan untuk mesin bor. Adapun hal-hal rutin yang harus diperhatikan :

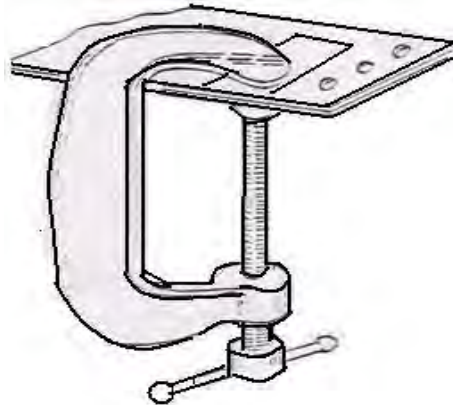
a. Pelumasan secara rutin (berkala) untuk menghilangkan panas dan gesekan.
b. Mesin harus dibersihkan setelah digunakan
c. Chips harus dibersihkan menggunakan kuas.
d. T-slots, grooves, spindles sleeves, belts, and pulley harus dibersihkan.
e. Mesin diolesi dengan cairan anti karat untuk mencegah dari berkarat
f. Pastikan untuk alat pemotong berjalan lurus (stabil) sebelum memulai operasi.
g. Jangan menempatkan alat-alat lain di meja pemboran
h. Hindari pakaian longgar
i. Perlindungan khusus untuk mata

6. Proses pengeboran

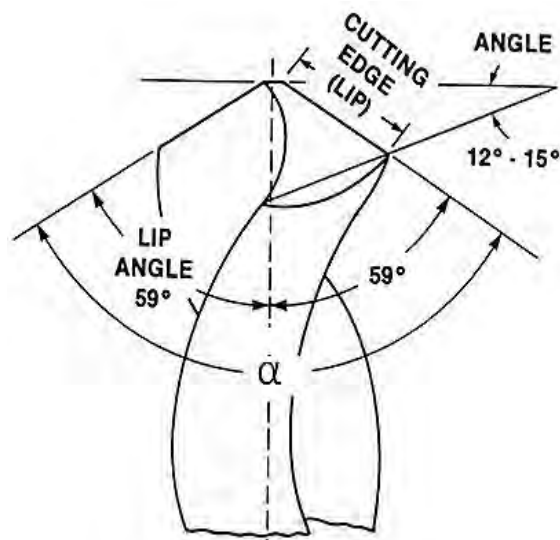
Dalam proses drilling perlu diperhatikan ketentuan-ketentuan sesuai berikut

- Holding tool for sheet metal
- Twist drill selection
- Drilling position
- Drilling method

1. Holding tool for sheet metal

a. Komponen-komponen yang akan dibor haruslah digabung dalam posisi yang baik sebagaimana yang dikehendaki pada gambar kerja.

b. Gabungan komponen tersebut hendaknya dijepit sewaktu proses drilling akan dilaksanakan untuk menghindari terjadi pergeseran pada komponen tersebut.

c. Penjepitan dilakukan dengan mempergunakan klem dan pada waktu penggunaannya lapiskan terlebih dahulu rahang penjepit mempergunakan masking tape untuk mencegah kerusakan pada permukaan material komponen.

2. Twist drill selection

a. Pergunakanlah selalu twist dril yang tajam, dimana mempunyai ketentuan sudut tersendiri sesuai dengan material komponen

b. Penggunaan twist drill yang tumpul akan berakibat lubang tidak baik, sulit dalam pengerjaanya dan mudah patah, dan akan menimbulkan kemungkinan terjadi slip yang dapat menggores permukaan komponen.

Twist drill selection

Material	Angle (α)
Steel, Cast iron, Hard Bronze, Duralumin	116° - 118°
Brass, Soft Bronze	140°
Magnesium & Non Metal	85° - 90°

Tabel Drill Speed

HOLE SIZE (INCH)	DRILL SPEED (RPM) ALUMINUM	BRASS	TOOL STEEL	STAINLESS STEEL
1/8	5000	2500	2000	1000
1/4	2500	1200	1000	500
1/2	1200	600	500	250
1	600	300	250	125

4.2.3 Pneumatic Hand Drill (air drill)

Apa yang dimaksud dengan pneumatic hand drill? Kata "pneumatic" bila digunakan dalam bidangnya, yaitu alat yang digunakan untuk menggambarkan mesin dioperasikan oleh gas atau udara yang digerakan oleh tenaga kompresi udara. Pneumatic hand drill (air drill) adalah bor mekanis yang digerakan oleh tenaga udara yang tinggi (terkopresi). Udara dimampatkan kedalam tabung (cyllinder)

kompresor, dialirkan melalui instalasi udara (pneumatic), dan disambungkan pada bor.

Jadi, Pneumatic hand drill ini mempunyai tiga perangkat :

1. Kompresor,
2. Instalasi pneumatic,
3. Peralatan bor.

a. Bentuk-bentuk pneumatic hand drill (air drill)

Florida Pneumatic 783 Reversible Pistol Drill - 3/8"

ATS6101 2600 RPM Heavy Duty Air Dril

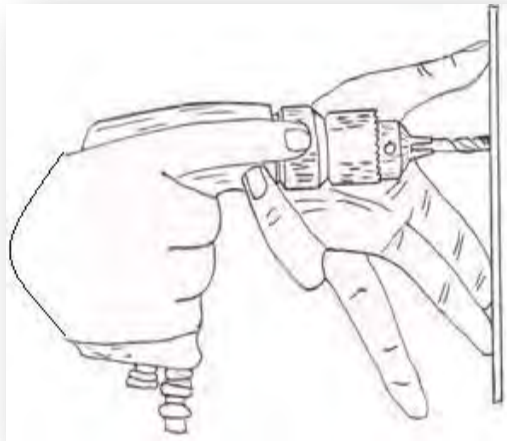
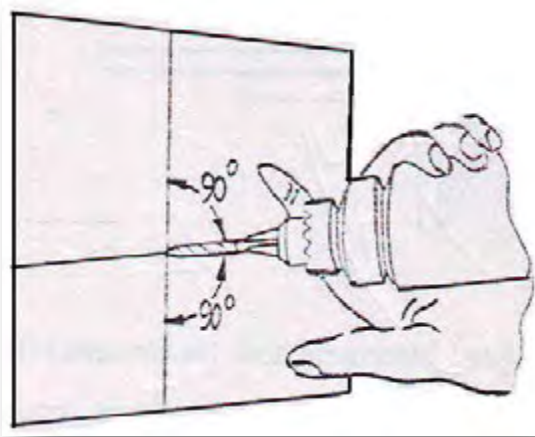
Ingersoll Rand 7803RA Heavy Duty Reversible Air Drill - 1/2

Florida Pneumatic 784 Reversible Pistol Drill - 1/2"

Ingersoll Rand 7807R 3/8" Standard Duty Air Angle Reversible Drill

ATS6110 2400 RPM Heavy Duty Straight Drill

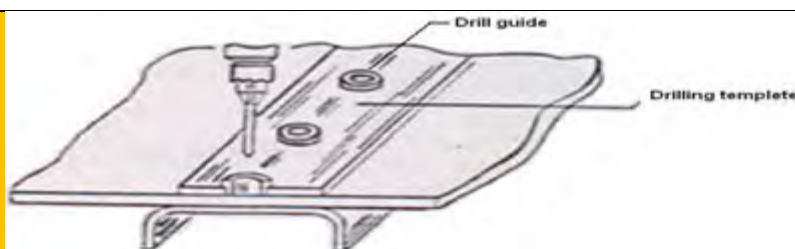
b. Drilling Position

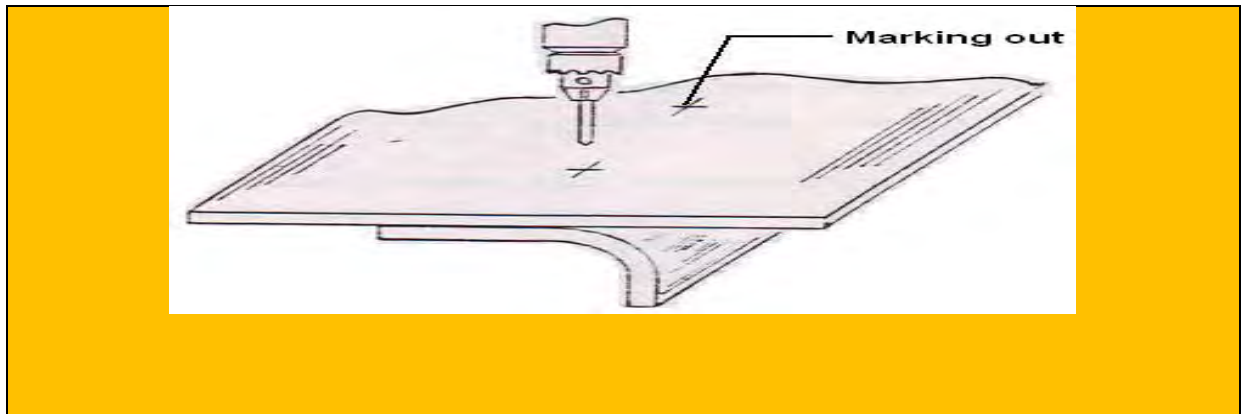
Proses drilling haruslah dilaksanakan dalam posisi tegak lurus pada permukaan komponen. Posisi tegak lurus sewaktu proses drilling merupakan faktor yang penting sekali dalam proses riveting dan mempengaruhi kualitas hasil riveting

Posisi mata bor tegak lurus sheet

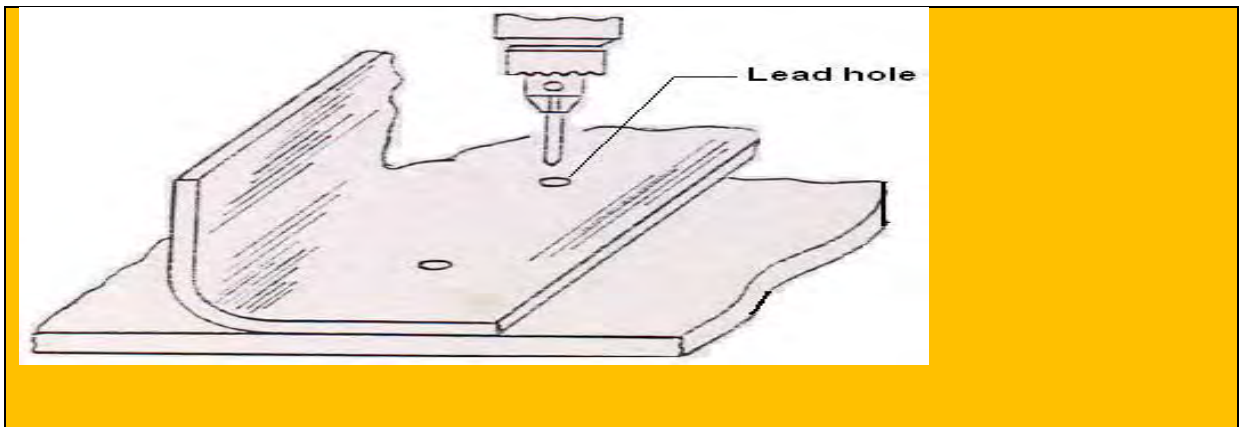
Penjepitan mata bor tidak tepat

c. Teknik Mengebor

Pilihlah salah satu metode pembuatan lubang untuk pemasangan rivet yang umumnya digunakan dalam assembly pada aircraft structure,yaitu sebagai berikut :

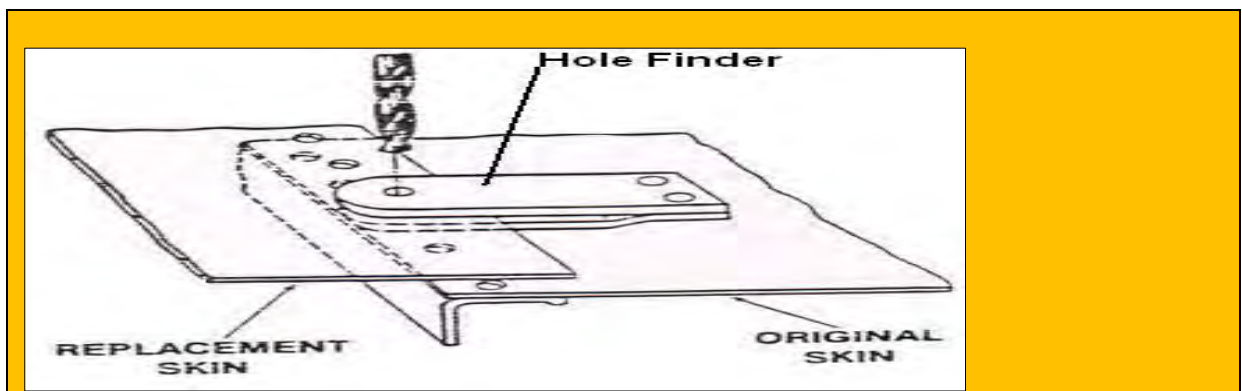
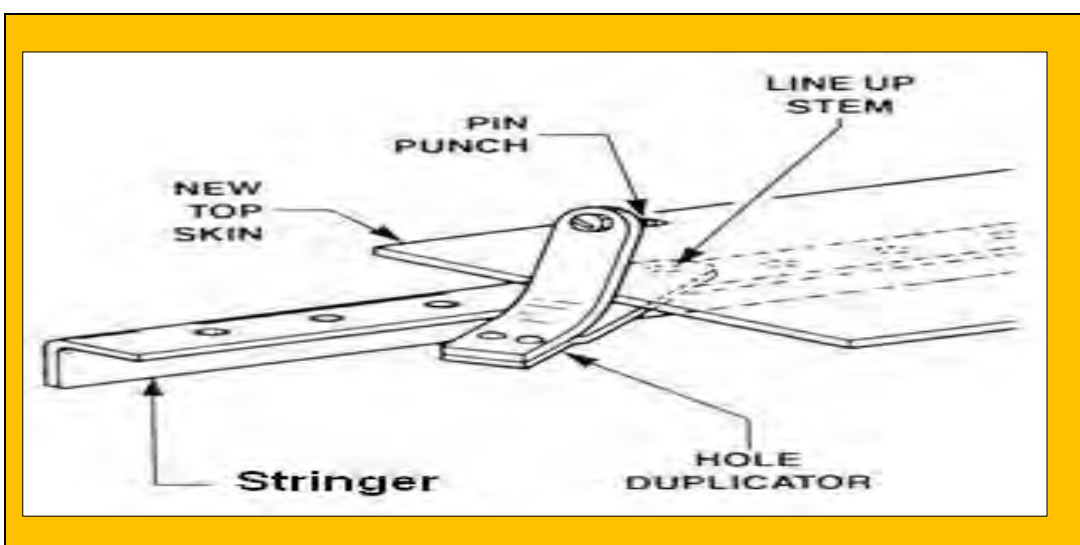
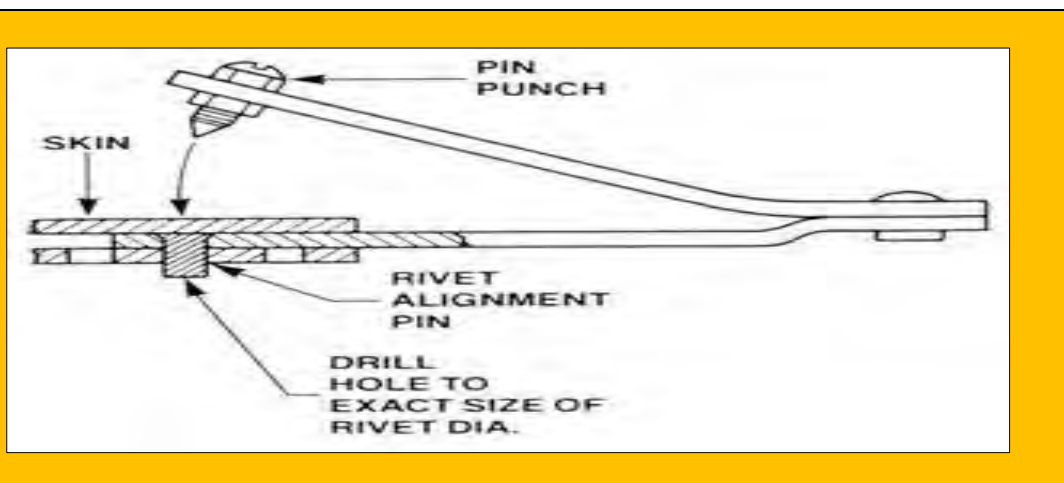
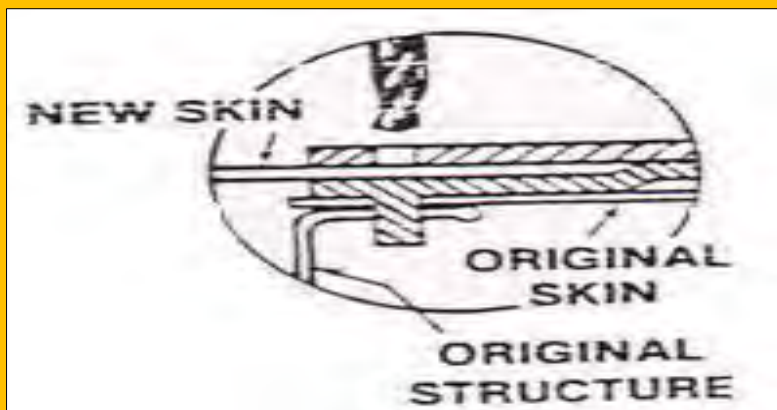
1. Drilling dilaksanakan berdasarkan drilling template, dimana pada template tersebut telah dibuatkan drill guide yang mempunyai diameter lubang lebih kecil dari pada diameter lubang untuk rivet.

Drilling dilaksanakan berdasarkan drilling templete

2. Drilling dilaksanakan berdasarkan marking out pada salah satu komponen

yang akan diassembling.

3. Drilling dilaksanakan berdasarkan lead holes pada salah satu komponen yang akan diassembling.

4. Sering kita menemui problem dalam proses drilling pada skin dimana pada struktur yang berada di bawahnya terdapat lubang. Untuk menyelesaikan problem ini, dapat dipergunakan hole finder

NEW SKIN
ORIGINAL SKIN
ORIGINAL STRUCTURE

PIN PUNCH
SKIN
RIVET ALIGNMENT PIN
DRILL HOLE TO EXACT SIZE OF RIVET DIA.

LINE UP STEM
PIN PUNCH
NEW TOP SKIN
Stringer
HOLE DUPLICATOR

d. Urutan Pengeboran (Sequence of drilling)

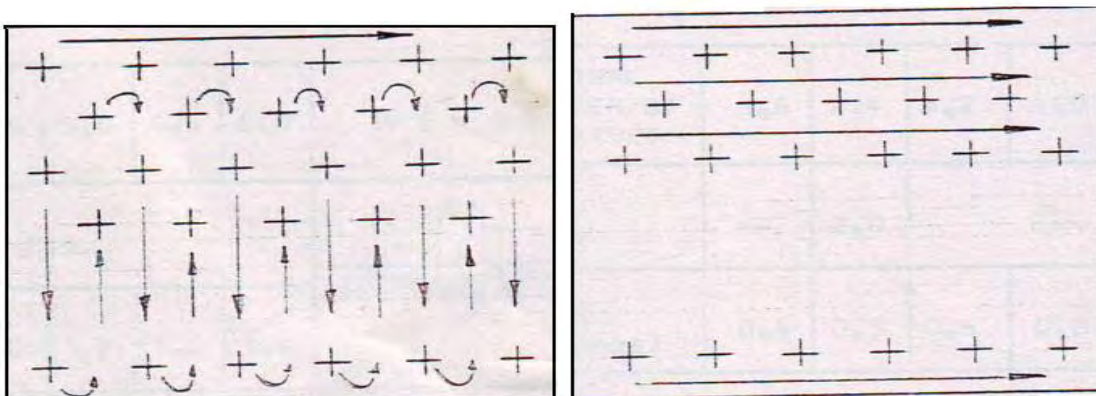
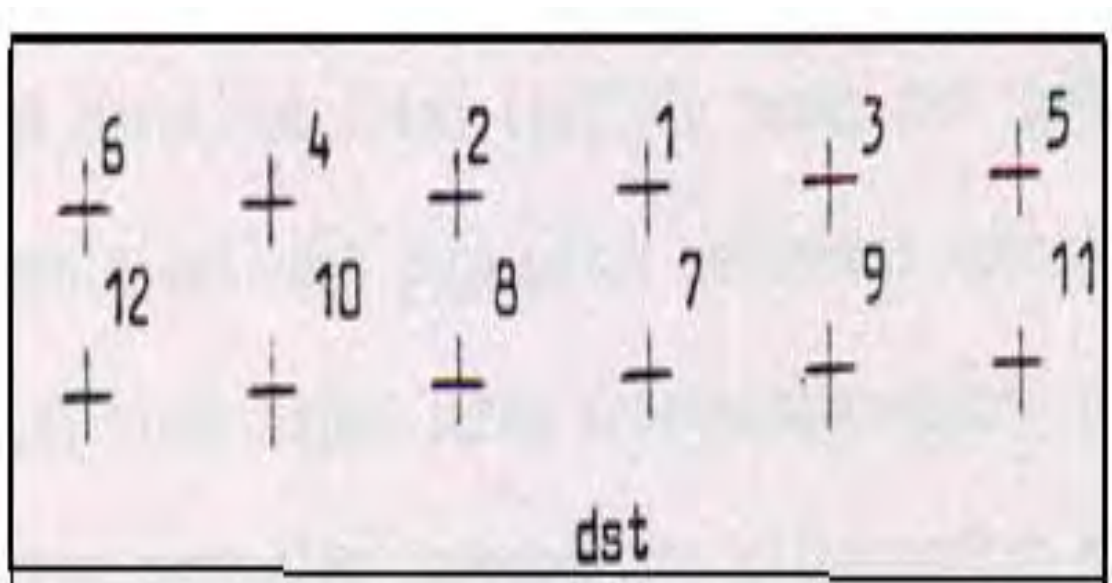
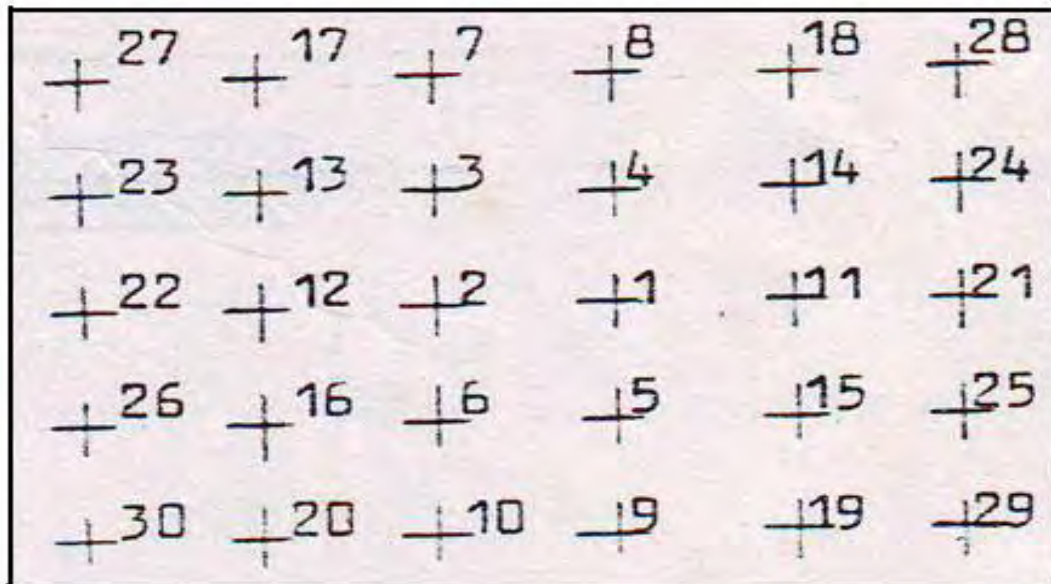
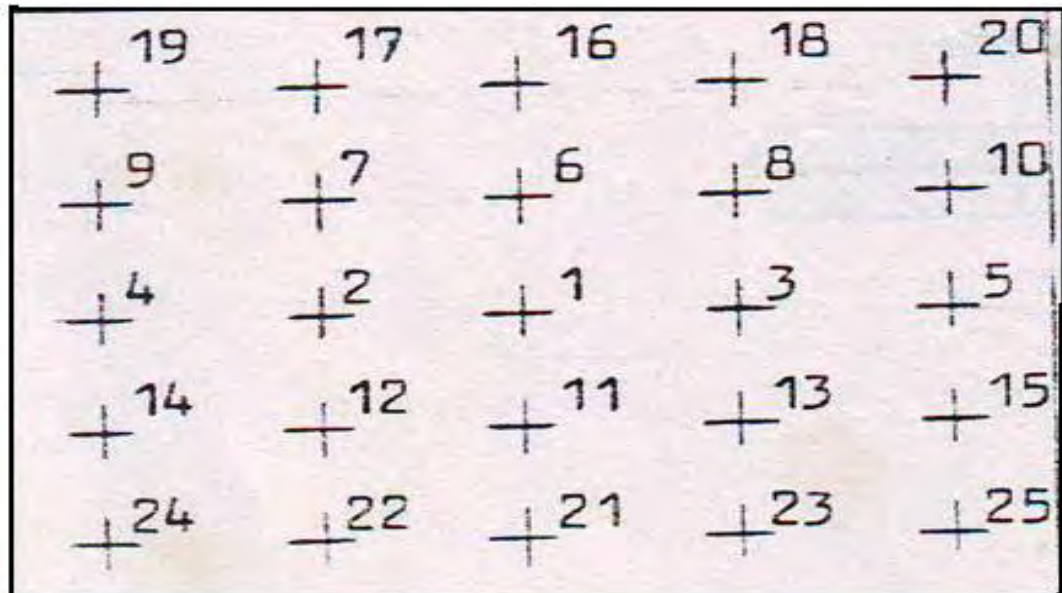
Drilling yang baik haruslah dilaksanakan secara teratur dan berurutan menurut metode sebagai berikut :

- Metode “ From the edge “
- Metode “ From the center “

1. Metode From the edge

2. Metode From the center

19	17	16	18	20
9	7	6	8	10
4	2	1	3	5
14	12	11	13	15
24	22	21	23	25

27	17	7	8	18	28
23	13	3	4	14	24
22	12	2	1	11	21
26	16	6	5	15	25
30	20	10	9	19	29

Mata Pelajaran:	Kls / Sm :	Bengkel :
RPP No. :	Waktu : 48 P	Tempat Kerja : Banc Work
Jobsheet No. :	Pengajar :	

Tujuan : Siswa terampil menggunakan peralatan tangan dasar pada bengkel manufactur pesawat udara (aircraft hand tool basic).

Teori Kejuruan : Pengertian pengertian yang berkaitan dengan melukis

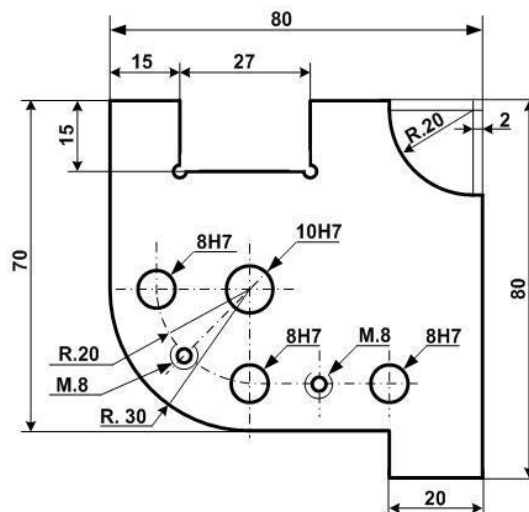
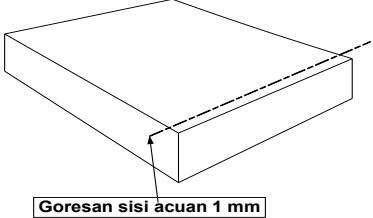
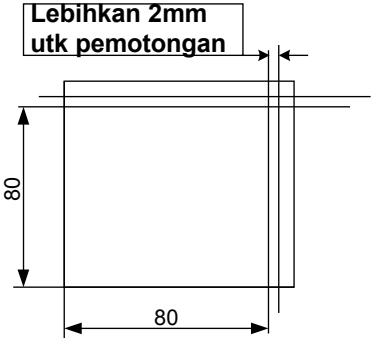
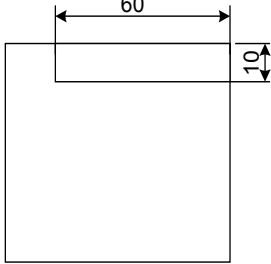
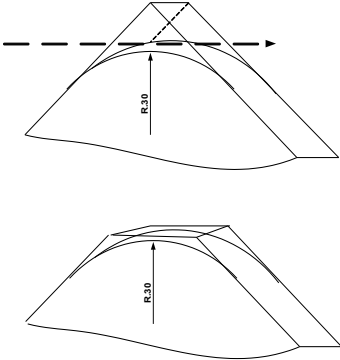
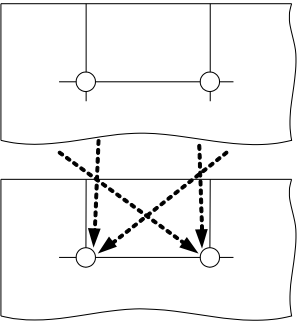
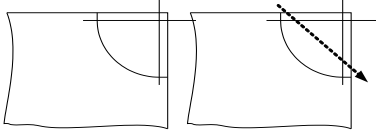
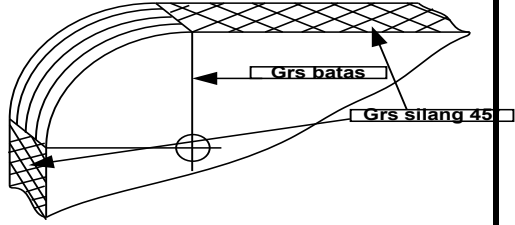
KONDISI

Bagan No. : 1286 Lembaran penilaian : 1287	Lembaran Kerja Guru : 1227 G	Lembaran Kerja 1277 S

MEDIA PEMBELAJARAN	
	Power point
	Referensi
	Benda Kerja Sampel
	Jobsheet

B A H A N	PERALATAN	
2017 : 90 x 90 x 6	Mistar Baja 500	Gergaji Manu
	Penggores	Mesin Bor
	Penitik	Mata Bor dia. 7,8-9,8
	Kikir Dural 300	Reamer dia.
	Kikir halus 100 , 200	Tap M.8
	Kikir segi-3 150	Stang tap
	Palu besi	Vernier Calipe
	Vernier caliper	Stamping

GAMBAR KERJA :

80, 15, 27, 15, R.20, 2, 70, 8H7, 10H7, 80, 8H7, M.8, 8H7, R.20, M.8, R. 30, 20

5. Tugas 1 : Membuat benda kerja Penopang

Untuk mengaplikasikan pembelajaran dasar di atas, siswa diberi latihan dan pemantapan untuk membuat sebuah benda kerja penopang. Pada pekerjaan ini siswa akan dapat melaksanakan pekerjaan berdasarkan teori di atas

LANGKAH KERJA

No	TUGAS	KETERANGAN	ALAT	KONTROL
1	Pemeriksaan bahan	Periksa bahan ukuran 90 x 90	Mistar baja	Visual
2	Membuat sisi acuan 1	Mengikir sebuah sisi acuan sampai mencapai kedataran dan kesikuan terhadap permukaan benda kerja Goresan sisi acuan 1 mm	Mistar baja Penggores Kikir dural 200 mm Scrapper	Visual Surface plate
3	Membuat sisi acuan 2	Mengikir sisi acuan kedua sampai mencapai kedataran dan kesikuan terhadap permukaan benda kerja dan siku terhadap acuan pertama.	Siku-siku Penggores Kikir dural 200 m Scrapper	Permukaan bidang rata dan siku
4	Melukis 80 x 80	Membuat garis ukuran benda 80 x 80 dari sisi-sisi acuan Lebihkan 2mm utk pemotongan 80 80	Mistar baja Siku-siku Penggores Kikir dural 200 m Scrapper	Ukuran
5	Pemotongan	Memotong garis pemotongan dengan gerg manual	Gergaji manual	Visual Teknik memotong

6	Pengepasan 80 x 80	Mengikir penggergajian sampai mencapai ukuran 80 x 80, siku terhadap bidang acuan, rata dan siku terhadap permukaan	Siku-siku Vernier caliper Kikir dural 200 m Scrapper	Permukaan bidang rata dan siku terhadap bidang dan acuan
7	Melukis takikan 10 x 60	Tandai dengan pensil sebelum melukis dgn penggores 60 10	Pensil 2B Mistar baja Siku-siku Penggores	Ukuran
8	Tracing	- Melukis/tracing lengkap sesuai gambar kerja - Penitikan sebelum pengeboran	Pensil 2B Mistar baja Siku-siku Penggores Penitik Palu besi	Ukuran
9	Pengeboran	- Bor 8 x dia. 2,5 - Lanjutkan dgn bor dia. 3 - Bor 2 x dia. 6,7 - Bor 2 x dia. 7,8 - Bor 1 x dia. 9,8	Mesin bor bangk Mata bor dia. 2,5-3,0-5,0-6,7-7,8-9,8	Ukuran
10	Counter Bor	Persing/counter bor utk persiapan pengetapan M8	Counter bor	
11	Pengetapan	Pelajari teknik mengetap	Stang manual Tap M8	Ketegak lurusan Kelonggaran
12	Peluasan lubang dgn reamer 8H7 dan 10H7	Meluasan secara manual (tangan) dan memeriksa kepresisian lubang	Reamer 8H7 Reamer 10H7	Go no Go 8H7 dan 10H7

13	Pemotongan radius 30	- Memotong dengan gergaji manual radius 30 R.30 R.30 - Mengikir semua garis pinggir - Hasil akhir pengikiran selalu datar dan tegak lurus dengan permukaan benda kerja	Gergaji manual Kikir 200mm Mistar siku Mal radius	Radius Kerataan Kesikuan
14	Pemotongan takik	Pemotongan takik 27 x 15 - Memotong takik dgn gergaji manual - Mengikir takik	Mata bor dia.3 Gergaji manual Kikir segi-3 150mm Vernier caliper Mistar siku	Visual Kedataran Kesikuan Ukuran
15	Pemotongan radius	Pemotongan rayon cekung R = 20 - Potong dgn gergaji manual	Gergaji manual Kikir dural 200m Kikir plat 150mm Mal radius	Radius Kedataran Kesikuan

		- Lanjutkan dgn kikir		
16	Pengikiran memanjang	Penyelesaian pengikiran memanjang Semua sisi disajikan dengan garis silang, kecuali bagian memanjang yang radius cembung dan cekung dengan garis memanjang 	Kikir halus 200mm	visual
17	Pembersihan sisi-sisi	Serutlah dengan hati-hati (jangan memotong garis persilangan)	scraper	visual
18	Stamp	Stamping kelas A atau B dan no.absen siswa	Stamping	visual

DAFTAR NILAI PRAKTEK TARUNA/TARUNI

Komp. Kejuruan :	Nama job :
Mata Pelajaran :	No. Job :
Standar Komp. :	Nama Taruna/i :
RPP no. :	Kelas :
Pertemuan ke :	Waktu :

NO	KOMPONEN YANG DINILAI	NILAI (MAKS 10)	BOBOT	NILAI TERTIMBANG	KETERANGAN
I	**HARD SKILL**				
1	Tugas gambar job		6		
2	Acuan 1		4		.
3	Acuan 2		4		
4	Pemotongan manual		4		
5	Kepresisian ukuran 80 x 80		8		
6	Kepresisian ukuran 10 x 60		6		
7	Tracing		4		
8	Kepresisian pengeboran 8 x dia. 2,5		6		
9	Kepresisian tap M.8		4		
10	Kepresisian 8H7		8		
11	Kepresisian 10H7		4		
12	Kepresisian takikan 15 x 27		6		
13	Radius 20		4		
14	Radius 30		4		
15	Kesempurnaan profil		6		
II	**SOFT SKILL**				
1	Penempatan alat kerja		4		
2	Penempatan dokumen kerja		4		
3	Ketepatan penggunaan peralatan kerja		4		
4	Sikap dan perilaku dalam bekerja		4		
5	Penerapan Keselamatan Kerja di Bengkel		6		
Jumlah			**100**		
Nilai Akhir					

Catatan :

- Laporkan setiap langkahn kerja
- Nilai tertimbang =(Nilai yang Didapat X Bobot)
- Nilai Akhir =(Jumlah Nilai Tertimbang : Jumlah Bobot)

6. Tugas 2: Acuan

<table>
<tr><td colspan="2">Mata Pelajaran:
RPP No. :</td><td colspan="2">Kls / Sm :
Waktu :</td></tr>
<tr><td colspan="4">Tujuan :
Agar siswa terampil :
1. Menjelaskan tanda-tanda pada gambar kerja yang ada di dokumen kerja (jobsheet).
2. Melakukan proses produksi benda kerja pada jobsheet sesuai Standar Operational Prosedur (SOP).
3. Mengaplikasikan konstruksi geometris garis singgung pada benda kerja.
4. Membuat sisi acuan
5. Melakukan proses pengeboran berbagai diameter sesuai Standar Operatinal Prosedur (SOP).
6. Meluaskan (reaming) lubang hasil pengeboran sesuai SOP.
7. Melakukan proses pembuatan ulir dalam sesuai SOP.
8. Melakukan proses pemotongan batas profil sesuai SOP.
9. Melakukan proses pengikiran berbagai bentuk permukaan (datar/rata, cekung/cembung).
10. Membuat penandaan (Kodefikasi/marking/ lettering) pada permukaan benda kerja.</td></tr>
<tr><td colspan="4">KONDISI</td></tr>
<tr><td>Bagan No. : 1286
Lembaran penilaian : 1287</td><td colspan="2">Lembaran Kerja Guru : 1277 G</td><td>Lembaran Kerja Siswa : 1277 S</td></tr>
<tr><td rowspan="4">MEDIA PEMBELAJARAN</td><td colspan="3">Power point</td></tr>
<tr><td colspan="3">Basic Aircraf tool</td></tr>
<tr><td colspan="3">Benda Kerja Sampel</td></tr>
<tr><td colspan="3">Jobsheet</td></tr>
<tr><td>B A H A N</td><td colspan="3">PERALATAN</td></tr>
<tr><td rowspan="9">- Al 2017 : 130 x 160 x 6</td><td>Mistar Baja 500</td><td colspan="2">Gergaji Manual</td></tr>
<tr><td>Penggores</td><td colspan="2">Mesin Bor</td></tr>
<tr><td>Penitik</td><td colspan="2">Mata Bor dia. 3-5-6,7-7,8-9,8</td></tr>
<tr><td>Kikir Dural 300</td><td colspan="2">Reamer dia. 10H7 dan 12H7</td></tr>
<tr><td>Kikir halus 200</td><td colspan="2">Tap M.8</td></tr>
<tr><td>Kikir ½ bulat 200</td><td colspan="2">Sengkang tap/reamer</td></tr>
<tr><td>Skrapper</td><td colspan="2">Coutersing Mesin</td></tr>
<tr><td>Mistar siku</td><td colspan="2">Mal radius</td></tr>
<tr><td>Vernier caliper</td><td colspan="2">Stamping</td></tr>
<tr><td colspan="4">GAMBAR KERJA :</td></tr>
</table>

6 x dia.5 dicontercing 90*

R.50

40

M10

12H7

10H7

R.5

40

40

85

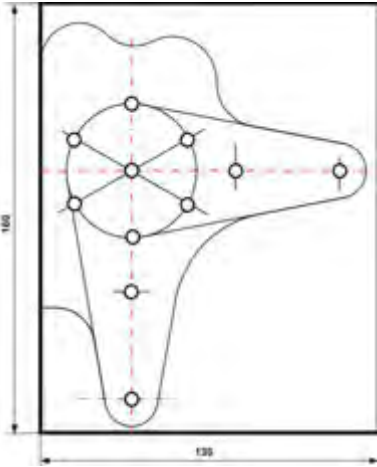
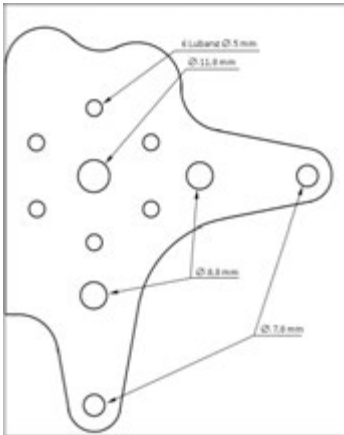
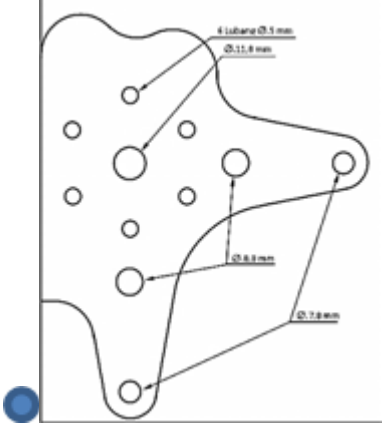
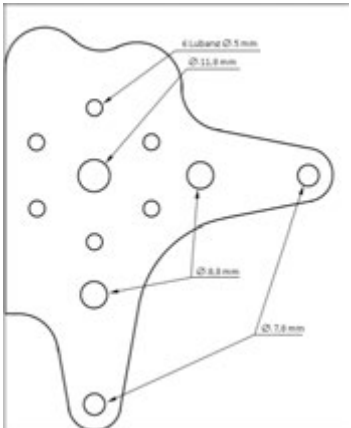
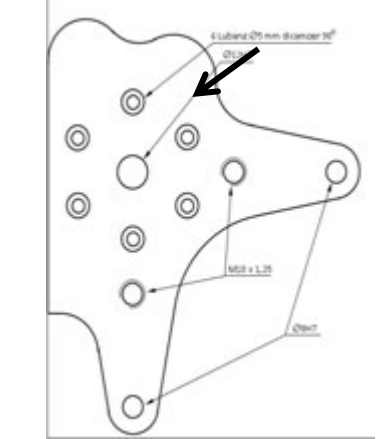
M10

40

10H7

R.5

34

80

1	1	Acuan	Al 2017	160 x 130 x 6	Catatan:
No.Bag.	Jml	Nama bagian	Bahan	Ukuran	
Proyeksi		Skala : 1 : 1	Digambar :		Toleransi : 0,2 mm
		Satuan : mm	Kelas :		
		Tanggal :	Diperiksa :		
		ACUAN		No. 2/3/1/1	A

Langkah Kerja

No.	**Tugas**	**Deskripsi**	**Ilustrasi**	**Peralatan**
1.	Pemeriksaan bahan	Periksa bahan sesuai spesifikasi dan ukuran yang tertera dalam jobsheet (130 x 160 x 6)	160 130	- Mistar baja
2.	Pembuatan sisi Acuan	Buat sebuah sisi acuan pada salah satu sisi yang terpanjang. Sisi acuan acuan harus lurus, datar dan siku terhadap permukaan benda kerja. Pengikiran harus halus dan sisi benda serut dengan scrapper untuk menghilangkan ketajaman		- Kikir plat dural 300 - Kikir plat halus 300 - Mistar siku - Scrapper

			Sisi acuan	
3.	Tracing/melukis benda kerja	Tracing benda kerja dengan sisi acuan sebagai patokan. Perhatian : Dalam membuat gambar, gunakan pensil 2B dan jangka pensil. Setelah selesai, gunakan jangka tusuk pada bagian-bagian garis benda yang akan terbuang. Benda kerja tidak boleh ada goresan (cacat)		- Pensil 2B - Mistar baja - Mistar siku - Jangka pensil - Jangka tusuk
4.	Penitikan	Lakukan penitikan pada semua calon pengeboran dengan tepat (presisi). Hati-hati dalam penitikan. Karena penitikan disamping ke-presisian ukuran, juga berfungsi sebagai guide (pengarah) dari pengeboran.		- Penitik - Palu besi

5.	Pengeboran 11 x dia. 3,0	Lakukan pengeboran sesuai dengan perencanaan. Jangan lupa untuk men-stel kecepatan bor. (Semakin kecil diameter bor, putaran bor semakin tinggi.) Jangan lupa pakai kaca mata bor.		- Bor bangku - Kaca mata bor - Mata bor dia. 3,0
6.	Tap M.10	Bor calon tap dengan pengeboran dia. 5,0 kemudian dia.8,8		- Bor bangku - Kaca mata bor - Mata bor dia. 5,0 - Mata bor dia. 8,8 - Sengkang tap - Tap M.10

7.	Reamer 12H7	Bor calon lubang reamer dengan pengeboran dia. 5,0 kemudian dia.11,8		- Bor bangku - Kaca mata bor - Mata bor dia. 5,0 - Mata bor dia. 11,8 - Sengkang reamer - Reamer 12 H 7
8.	Reamer 8H7	Bor calon lubang reamer dengan pengeboran dia. 5,0 kemudian dia. 7,8		- Bor bangku - Kaca mata bor - Mata bor dia. 5,0 - Mata bor dia. 7,8 - Sengkang reamer - Reamer 8 H 7
9.	Countercing 90*	Buat coutercing (camper) 6 x dia.5 dengan sudut camper 90*		- Bor bangku - Kaca mata bor - Mata bor dia. 5,0 - Countercing 90* - Baut F dia. 5,0
10.	Pembentukan profil	Lakukan pemotongan profil dengan gergaji dan lanjutkan dengan pengikiran		- Gergaji - Kaca mata bor - Kikir plat dural 300 - Kikir plat 1/2bulat - Scrapper

				- Mal radius R.10-R.15-R.16-R.40
11.	Kodefikasi	Lakukan kodefikasi dengan men-stemping kelas dan nomor absen		- Stamping - Palu besi

DAFTAR PENILAIAN KINERJA

Satuan Pendidikan :
Nama Siswa : ....
N I S : ....
Tingkat / Kelas :
Standar Kompetensi : Menggunakan Perkakas Tangan (MPT).

No. Job:
Nama : ACUAN

No	Komponen Yang Dinilai	Nilai (Maks 10)	Bobot	Nilai Tertimbang	Keterangan
I	**Urutan &Proses Kerja / *Hard Skill***				
1	Persegi panjang dengan2sisiacuan.		2		Tiap tahap dilaporkan.
2	Melukis lengkap/ *tracing*.		2		
3	Penitikan dan pengeboran awal.		2		
4	Pengeboran lanjutan.		2		

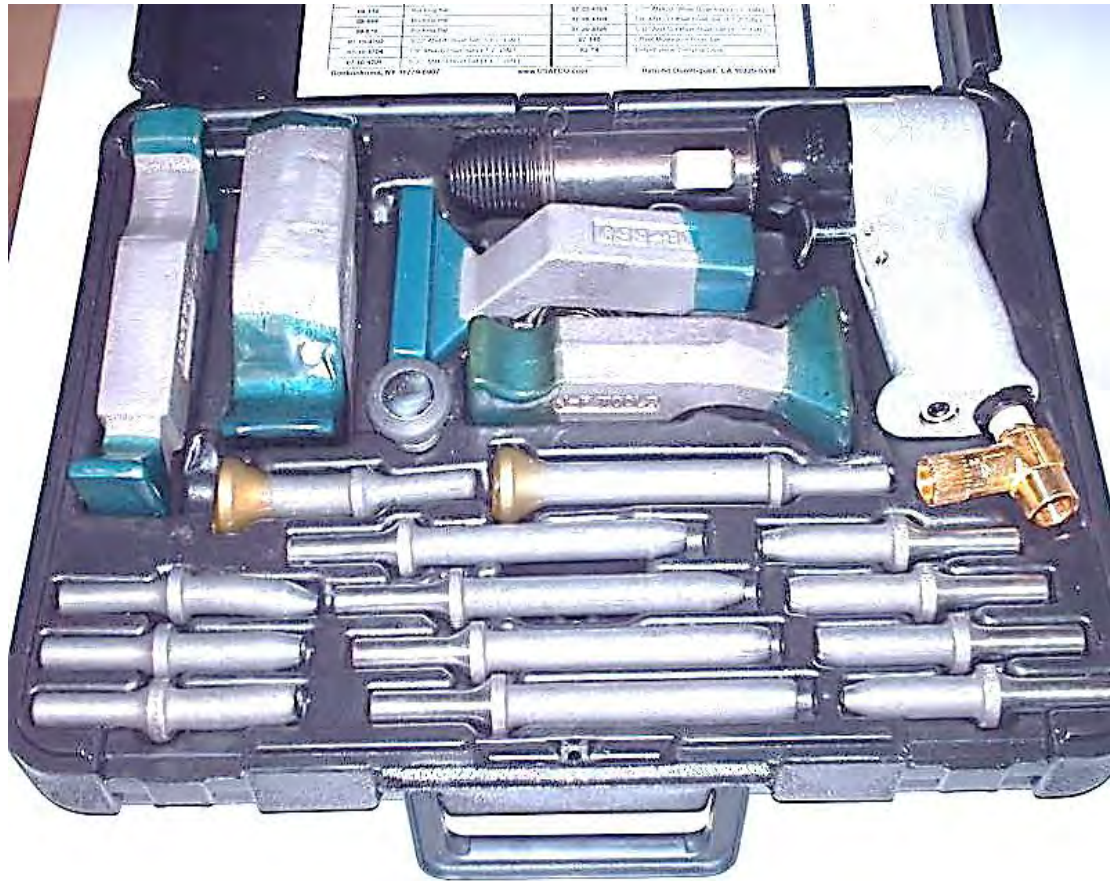
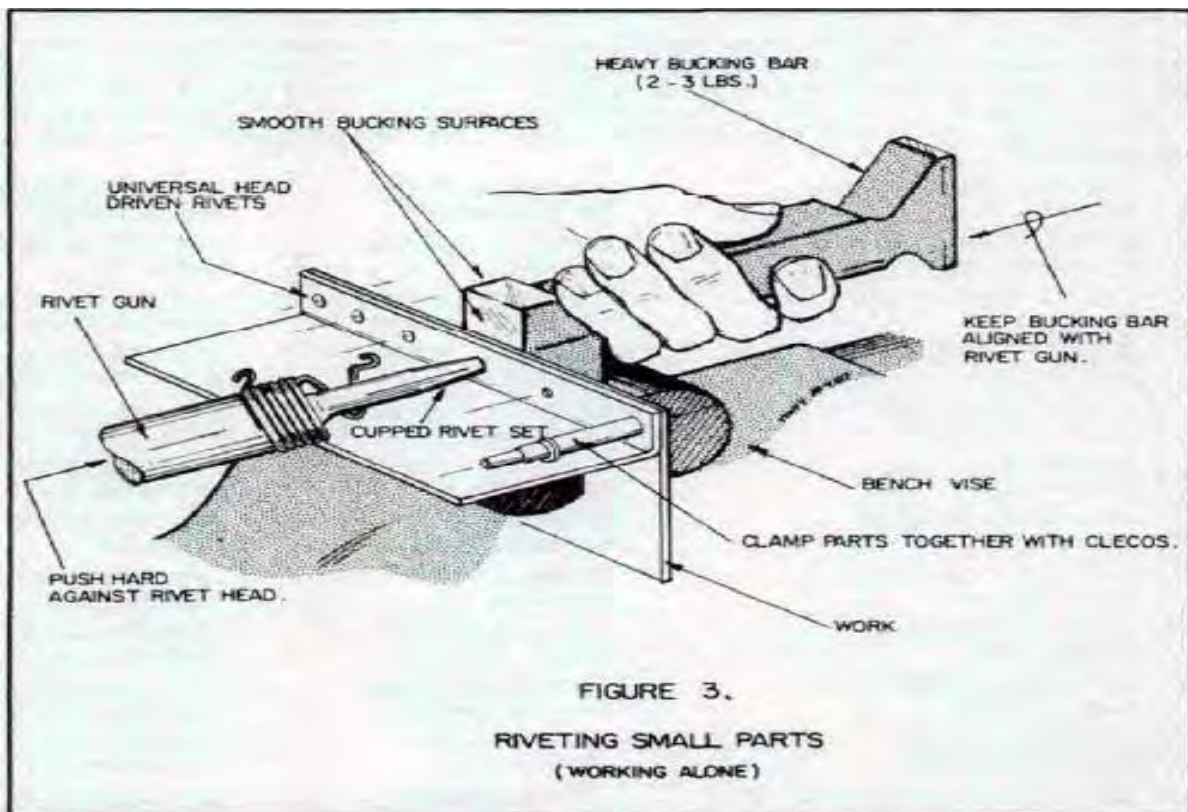
5	Pembuatan ulir (*taping*).		2		
6	Peluasan lubang (*Reaming*).		2		
7	Pencamperan 6 lubang ∅5 mm		2		
8	Pemotongan profil luar		2		
9	Penandaan		2		
II	**Produk Akhir/Hasil Pekerjaan /*Hard Skill***				
1	Kesesuaian profil.		4		
2	Pengikiran memanjang/ rata		4		
3	Pengikiran lengkungan/ radius		4		
4	Pengetapan M10 x 1,25.		4		
5	Peluasan lubang ∅8H7 dan ∅12H7.		4		
6	Pencamperan 6 lubang dengan sudut 90^0		4		
7	Jarak antar lubang camper (25 ± 0,4)		6		Jarak internal = 20 ± 0,4
8	Jarak 12H7 ke tiap lub camper (25 ±0,4)		6		Jarak internal = 16,5 ± 0,4
9	Jarak horisontal M10 ke 12H7 (40 ± 0,4).		6		Jarak internal = 29,6 ± 0,4
10	Jarak vertikal M10 ke 12H7 (45± 0,4).		6		Jarak internal = 34,6 ± 0,4
11	Jarak antar lubang M10 (60,2 ±0,4).		6		Jarak internal = 51,4 ± 0,4
12	Jarak horisontal 12H7 ke 8H7 (80 ± 0,4)		6		Jarak internal = 70 ± 0,4
13	Jarak vertikal 12H7 ke 8H7 (85 ± 0,4)		6		Jarak internal = 75 ± 0,4
14	Jarak antar lubang 8H7 (116,7 ± 0,4)		6		Jarak internal = 108 ± 0,4
III	**Sikap dalam Bekerja / *Soft Skill***				
1	Penempatan alat kerja		2		
2	Penempatan dokumen kerja		2		
3	Penggunaan alat kerja		2		
4	Keseriusan bekerja		2		
5	Penerapan Keselamatan Kerja		2		
Jumlah			**100**		
Nilai Akhir					

Catatan : Nilai tertimbang =(Nilai yang Didapat X Bobot)
Nilai Akhir =(Jumlah Nilai Tertimbang : Jumlah Bobot)

7. Riveting Tools

FIGURE 3.

RIVETING SMALL PARTS

(WORKING ALONE)

7.1 RIVET GUN

Rivet gun adalah alat yang digunakan untuk memukul dan menekan rivet dalam proses merivet / menggabung material dengan material lainnya tanpa menggunakan panas.

Rivet gun merupakan peralatan utama dalam merivet pada manufacture pesawat. Powernya menggunakan tekanan angin dari kompresor yang dikenal dengan istilah pneumatic. Makanya rivet gun dikenal juga dengan sebutan *pneumatic rivet gun*. Juga dikenal dengan *pneumatic hammer.*

Rivet gun bervariasi dalam ukuran dan bentuk sesuai dengan spesifikasi pekerjaan. *Pneumatic rivet gun* memiliki *regulator* yang mengatur tekanan udara pengerjaan. Dikenal juga dengan tekanan kerja. Udara diatur masuk lewat melalui katup *throttle* yang dikendalikan oleh pemicu dalam genggaman tangan. Ketika memicu ditekan, katup *throttle* terbuka, yang memungkinkan udara bertekanan mengalir ke piston. Sebagai piston bergerak, *port* terbuka yang memungkinkan tekanan udara mengalir. Piston akan menekan rivet set.

7.1.1 Tipe-tipe rivet gun

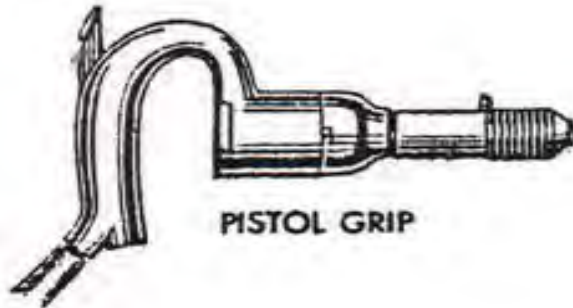
Rivet gun dibuat dalam bermacam-macam bentuk dan ukuran. Dilihat dari segi mekanisme kerjanya tipe rivet gun dapat kita bedakan dalam 2 kategori :

- *The Fast Hitting Guns*
- *The Long Stroke Guns*

a. The Fast Hitting Guns

Gun dengan langkah kerja yang pendek dan menghsilkan pukulan yang ringan.
Digunakan untuk rivet dengan diameter 1,6 mm s/d 3,2 mm.
Bentuk handle pada tipe rivet gun ini ada 3 macam:

1. Offset Gu

2. Pistol Grip

3. Push Buttom

b. The Long Stroke Guns

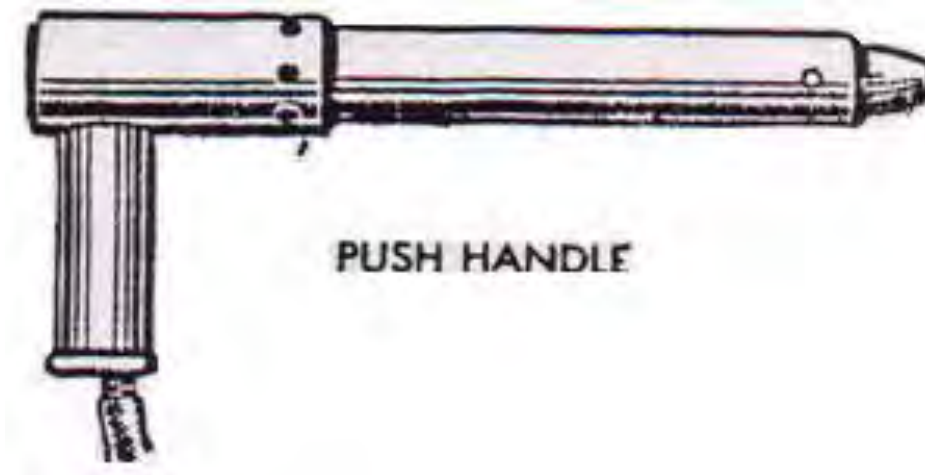
Gun dengan langkah kerja yang panjang dan menghasilkan pukulan yang berat. Digunakan untuk rivet yang berdiameter besar dan lebih berat dari pada The Fast Hitting Guns. Tipe rivet gun ini dapat dipilih dalam salah satu tipe yaitu :

a.The Slow Hitting guns
Tipe rivet gun ini mempunyai bentuk handle yang sama seperti pada tipe the fast hutting guns.

b.One Shot Guns (single Impact)
Rivet gun ini hanya menggerakkan satu pukulan setiap kali trigger ditekan.

Bentuk handle pada the long stroke guns ini ada 2 macam yaitu :

1. Pistol Grip

2. Push Handle

a. Gambar eivet gun

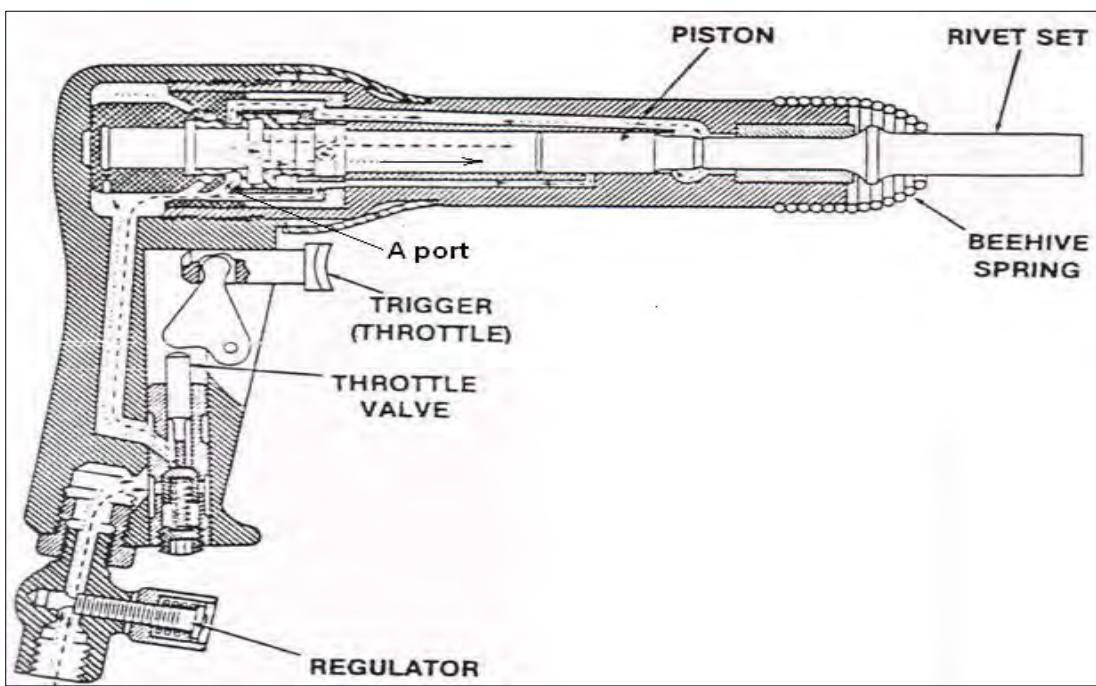
Economy Rivet Gun

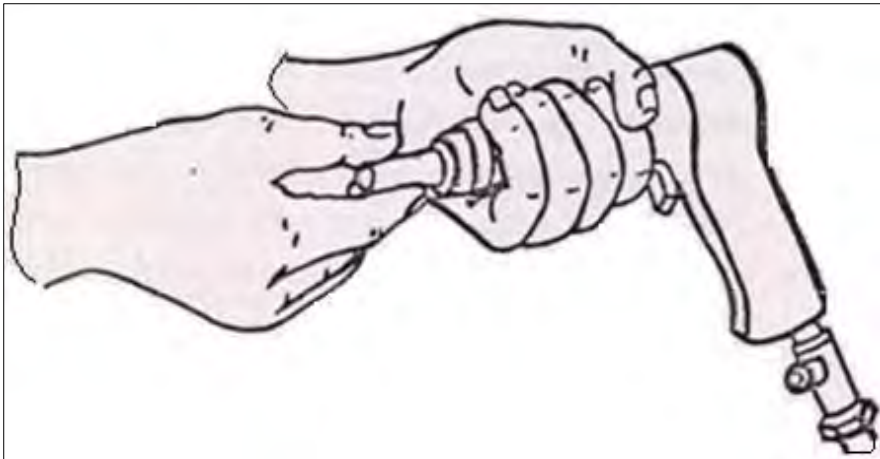
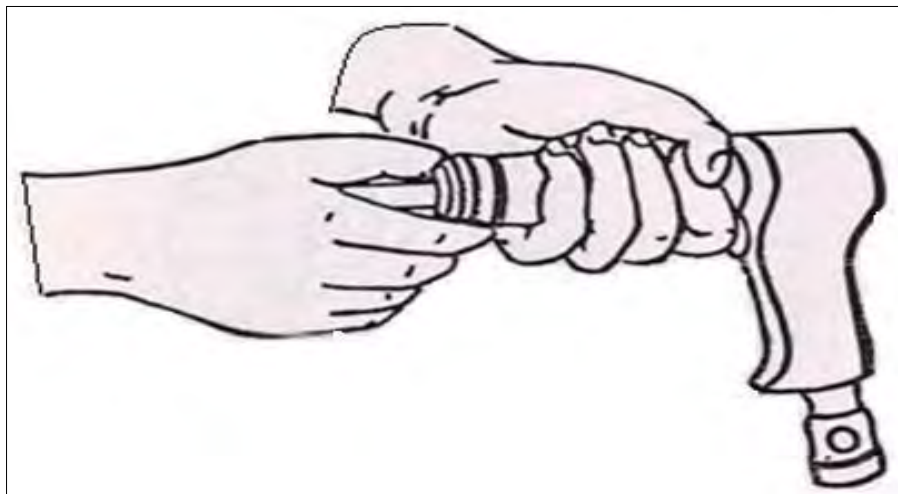
7X Rivet Gun

Chicago Pneumatic OY Rivet Gun

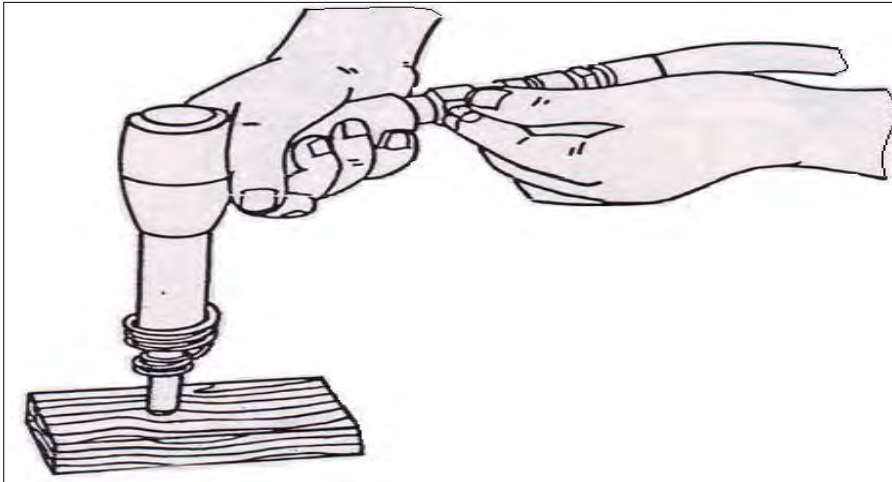
7.1.2 Proses Kerja Rivet Gun

Proses kerja rivet gun adalah sebagai berikut (lihat gambar) :

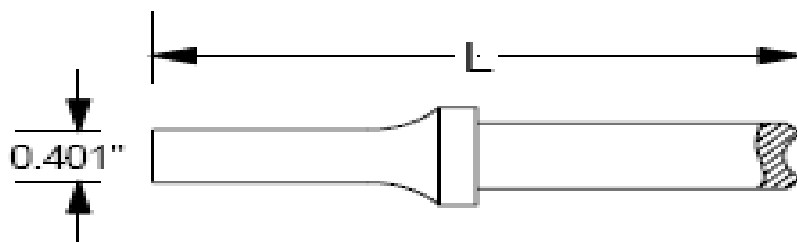
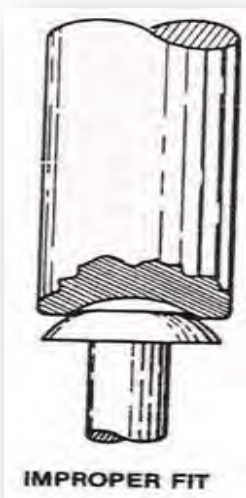
- Apabila *trigger* ditekan, udara bertekanan akan masuk ke dalam *sliding valve* dan menggerakkan piston untuk menekan rivet set.
- Ketika gerakan piston ini sudah mendekati ujung langkah gerakannya, maka *A port* akan menutupi *valve* sehingga piston ini akan kembali pada posisi semula.
- Proses ini berlangsung secara otomatis berulang kali selama *trigger* ditekan.

Cara pemasangan rivet set pada rivet gun

1. Pasangkan rivet set pada ujung rivet gun

2. Pasangkan *beehive spring* dengan pasti

Berbahaya !!!

Apabila pemasangan rivet set tanpa dilengkapi dengan *beehive spring*

3. pengaturan tekanan (dengan cara memutarkan regulator) pada kayu bekas sehingga didapat suatu tekanan yang sesuai untuk proses riveting yang baik.

4. Lakukan

_5.1_ Rivet Set

Rivet set adalah yang digunakan dalam proses merivet yang merupakan bagian komponen dari rivet gun. Rivet set dapat di ganti-ganti sesuai dengan fungsi dan kebutuhan dalam pengerjaan. Fungsinya alat bantu untuk menekan dan pemukul dari rivet gun.
Ukuran dan bentuknya disesuaikan dengan spesifikasi pekerjaan dan tipe rivet. Ujung dari rivet gun didesain sedemikian rupa, sesuai dengan bentuk dari kepala rivet. Ujung yang cekung, digunakan pada rivet yang berkepala bulat (roud head, Universal head, brazier head).

Sedangkan flush rivet set (plat), digunakan untuk kepala rivet countersank.
Pemilihan rivet set juga sesuai dengan ukuran diameter rivet (2,5mm, 3,2mm , 4,0mm, dst).
Pemilihan rivet set ini mempengaruhi terhadap kualitas riveting. Apabila rivet set terlalu besar maka skin disekeliling kepala rivet akan rusak, demikian juga apabila terlalu kecil akan merusak kepala rivet itu sendiri.

5.1.1 Macam-macam tipe rivet set dan *Beehive Spring*

1. Sraight Rivet set

Straight Type Rivet Set AN455 .401 Shank

2. Set Back Rivet set

Keunggulan rivet set ini dalam proses perivetan tidak akan melukai permukaan skin. Pegasnya akan mengembalikan keposisi semula dan plastik yang berada pada ujung pegas akan melindungi skin dari cacat. Rivet set ini juga dapat digunakan pada Swivel flush rivet set

Swivel flush rivet set

3. Straight & Flush rivet set

Flush set, rubberguard

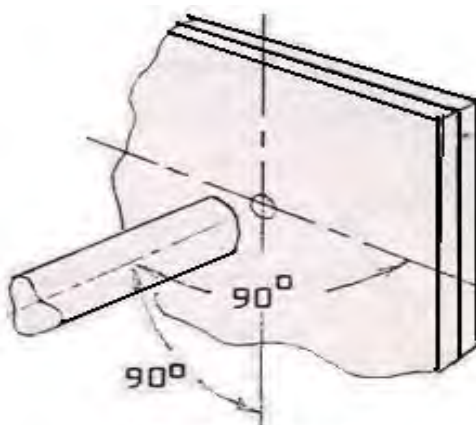
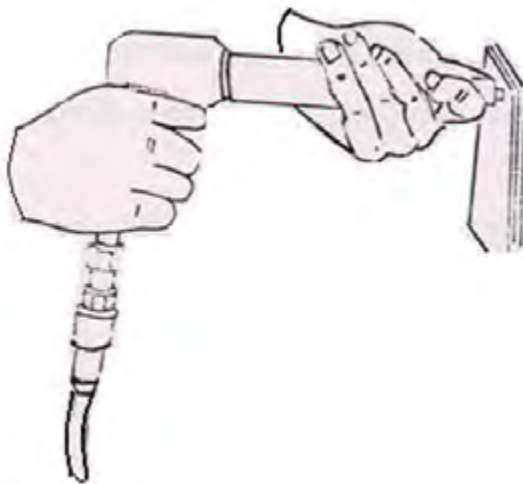
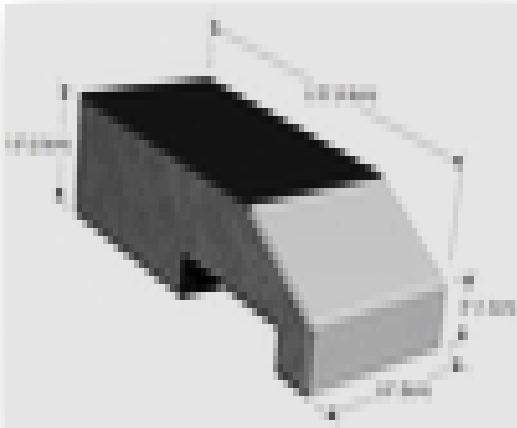
4. Offset Rivet Set

Rivet Set, 10 dg. Offset, 3/16" Univ., 7" Long, .401 Shank

Rivet Set, Double Offset, 5/32" Univ., 10" Long

5.1.2 ***Beehive Spring***

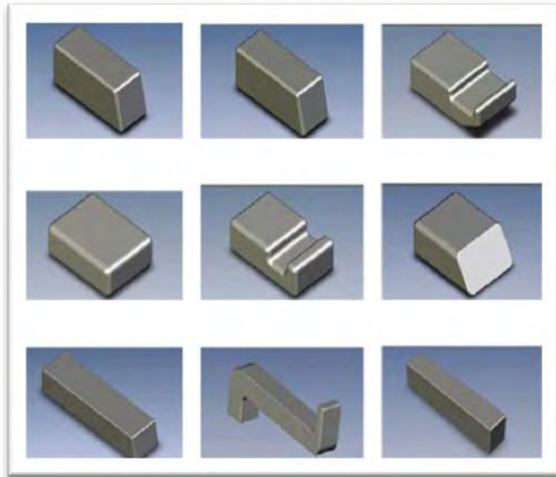
Alat ini adalah pegas yang terbuat dari kawat baja yang berfungsi untuk penahan rivet set dan mengembalikan rivet set kepada posisi semula.

Perhatikan posisi tangan sewaktu memegang rivet gun agar posisi rivet set selalu tegak lurus dan untuk menghindari terjadinya slip.

Posisi rivet set

7.3 Bucking Bar

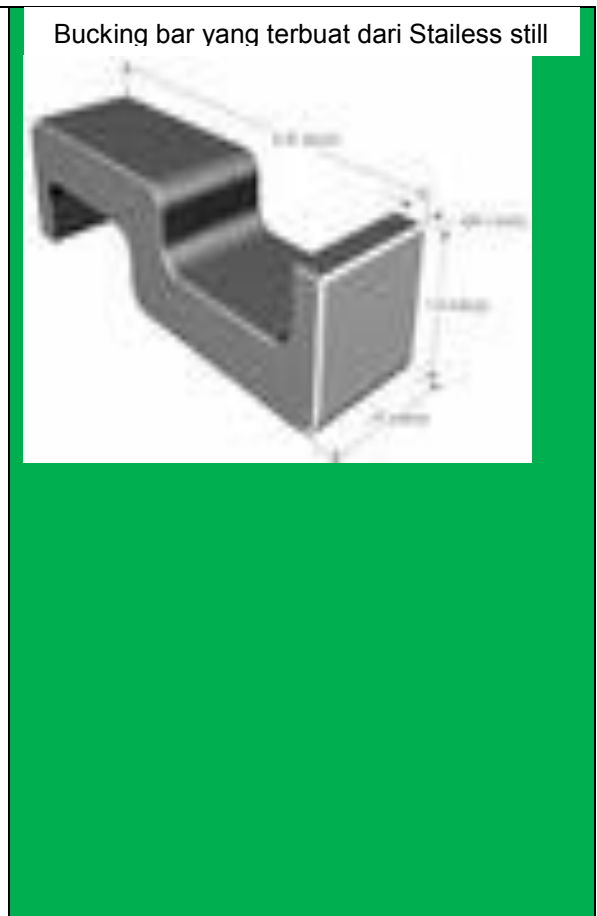
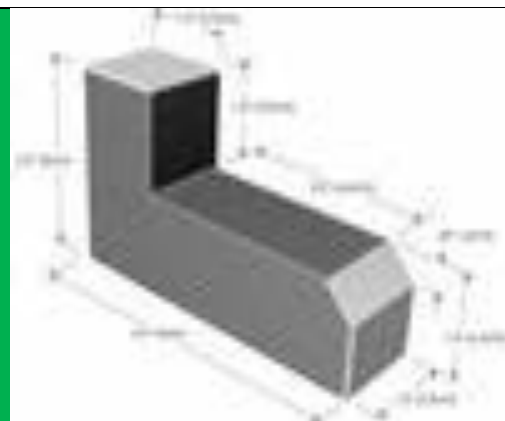
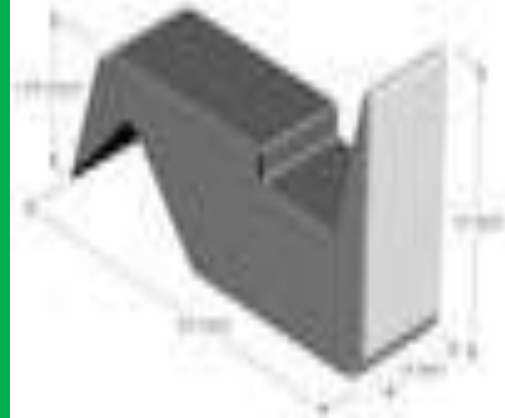
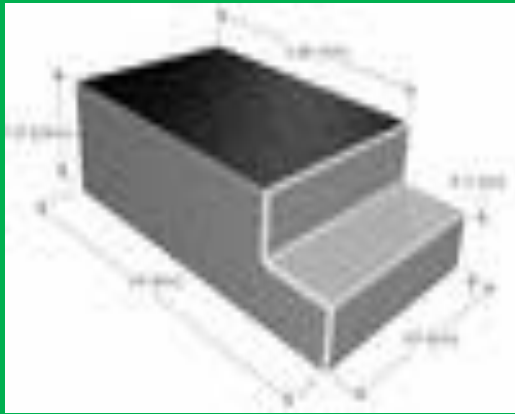
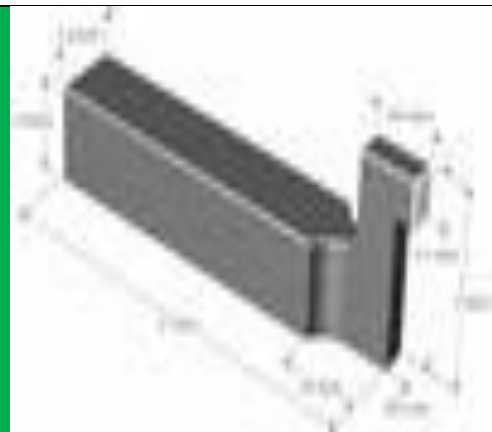
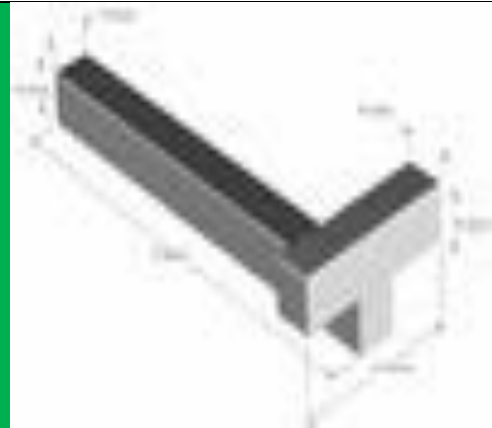
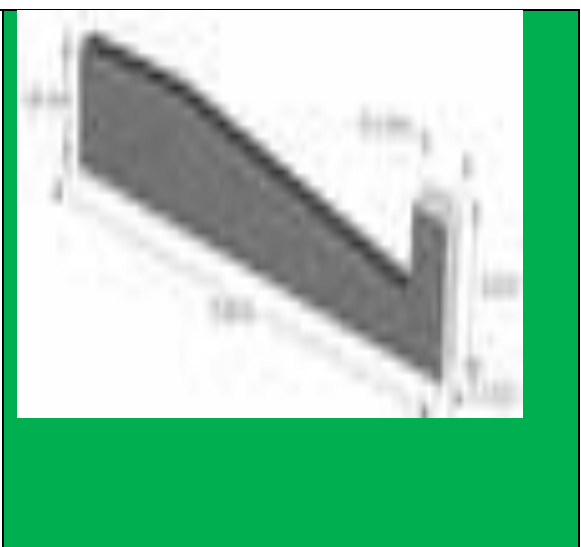
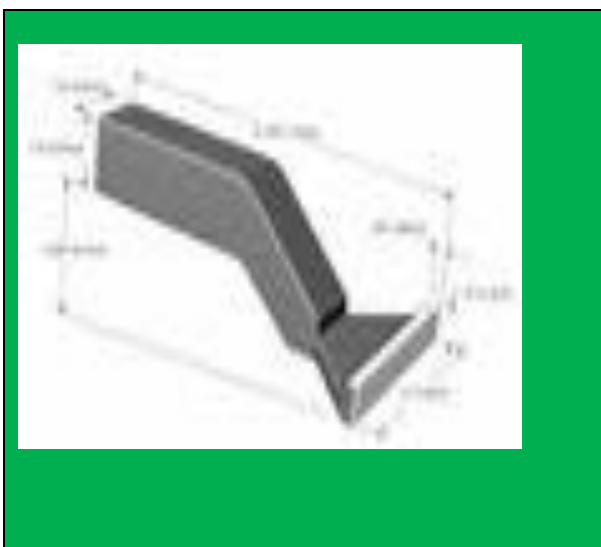
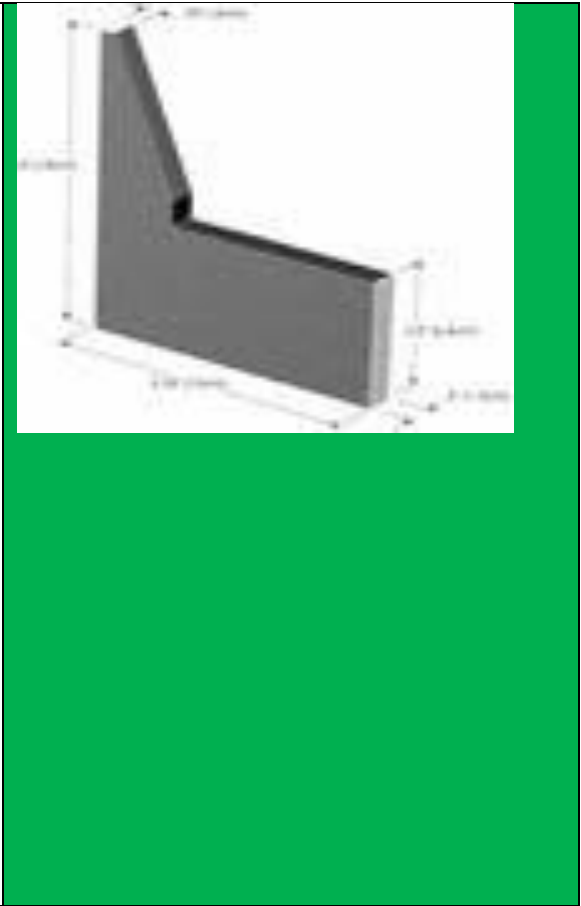
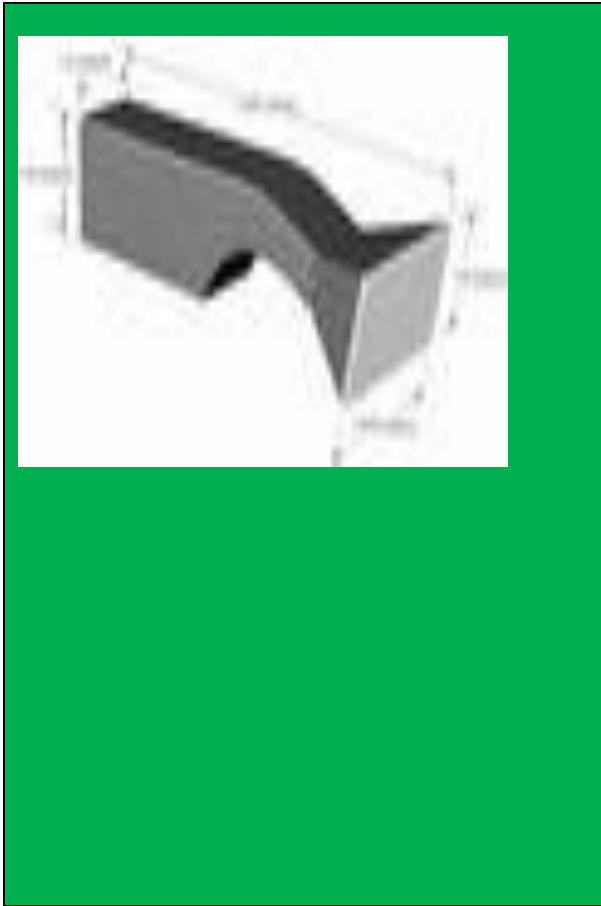
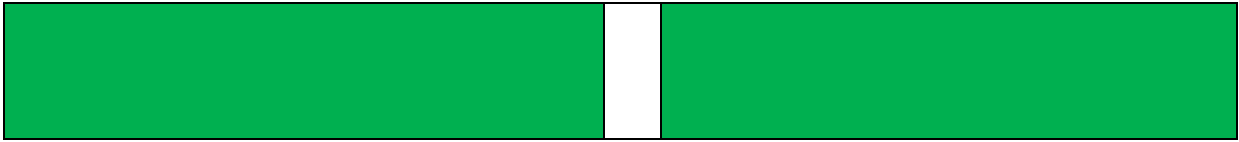
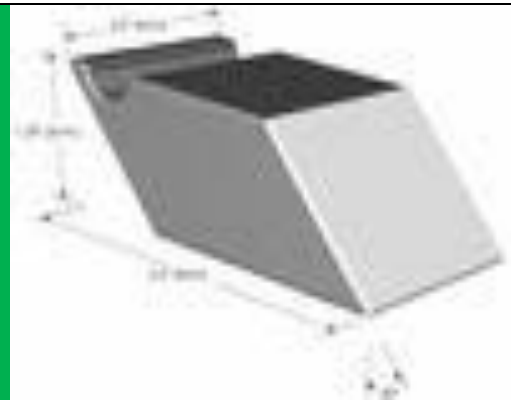
7.3.1 Pengertian Bucking bar

Bucking Baradalah alat riveting tools yang berfunsi sebagai landasan dalam proses perivetan dan berfungsi untuk membuat kepala baru (bucktails).

Kalau dilihat secara spesifik, bucking bar disamping membuat kepala baru, juga berfungsi untuk menahan kekuatan beban kejut, getar dan kompresi dari rivet gun.

Bucking bar dirancang dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda. Bentuk tertentu yang digunakan tergantung pada lokasi dan aksebilitas rivet yang dipasang. Dalam keadaan tertentu dan untuk lokasi instalasi rivet tertentu, bucking bar dapat dibuat sesuai dengan bentuk kebutuhan pekerjaan.

Bucking bar terbuat dari baja paduan dan ada juga yang dari stailess still.Bucking bar yang bahannya dari stailess still, lebih bagus dari yang terbuat dari baja biasa. Karena stailess still mempunyai kepadatan melekul yang 50% lebih padat dibandingkan dari baja. Mempunyai permukaan yang halus, sudut yang beradius dan mulus (tidak tajam) untuk kenyaman dalam penanganannya dan hasil yang bagus pada kepala baru rivet.

7.3.2 Bentuk-bentuk Bucking bar

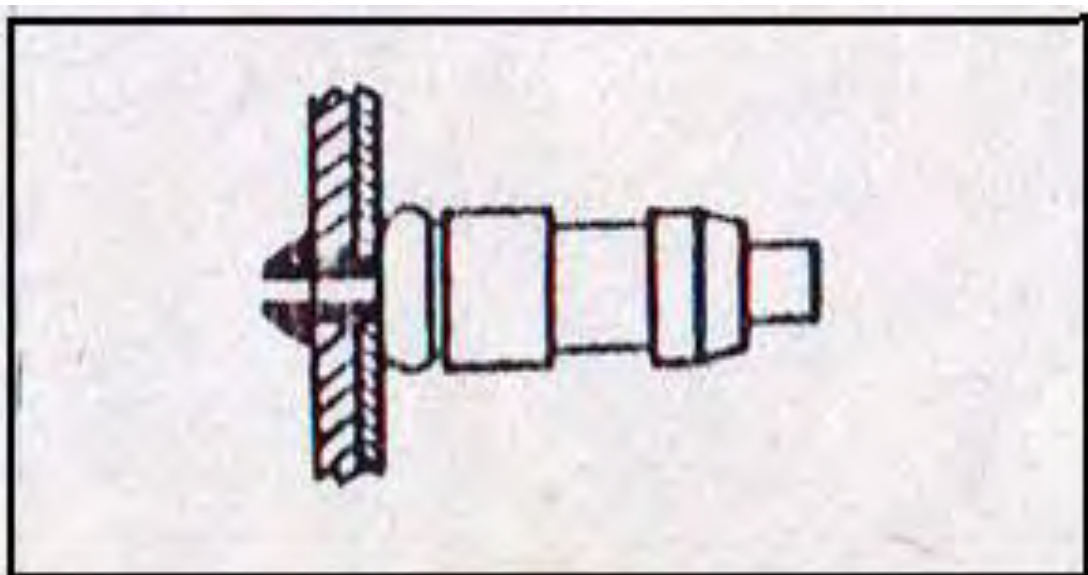
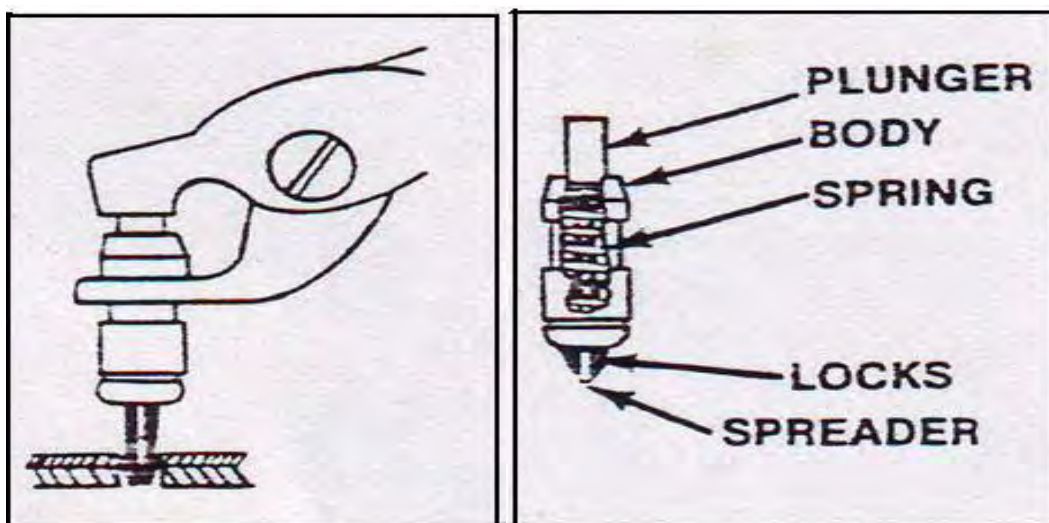
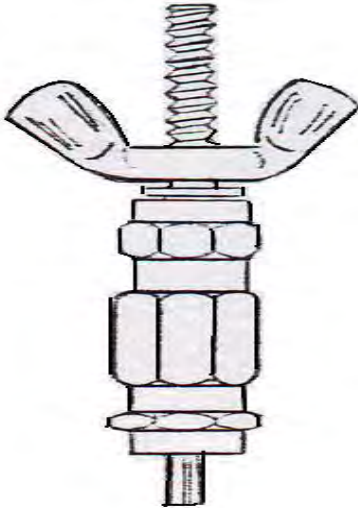
Bucking bar yang terbuat dari baja

Bucking bar yang terbuat dari Stailess still

Metoda penggunaan Bucking bar.

1. Masukan rivet pada lobang part yang akan digabung.
2. Posisikan rivet gun pada kepala rivet, tahan ujung rivet dengan bucking bar dan tenemukan titik keseimbangan.
3. Dorong rivet secara bersamaan dengan rivet gun dan bucking bar dua atau kali untuk memastikan tidak ada hambatan/masalah dalam proses perivetan.
4. Tenemukan titik keseimbangan tekanan awal.
5. Stabilkan penekanan bucking bar dan lakukan perivetan

7.4 Temporary Fastening

Agar tidak terjadi pergeseran pada komponen selama proses drilling atau sewaktu riveting dilaksanakan, pergunakanlah sheet fastener yang bersifat sementara yang tersedia dalam beberapa tipe, antara lain :

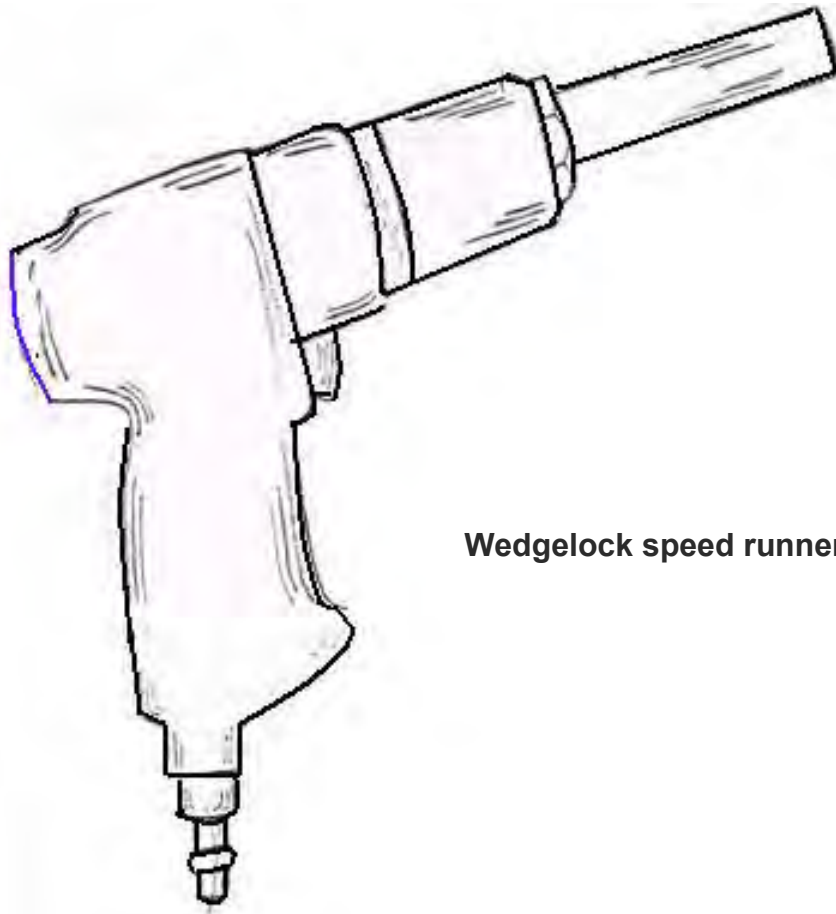
a. Cleco Fastener

Sheet fastener ini tersedia dalam bermacam ukuran sesuai dengan ukuran diameter lubang. Di samping itu untuk memudahkan kita memilih sheet fastener ini maka diberi warna tersendiri sesuai dengan ukurannya. Pergunakanlah ***spesial pair of pliers*** untuk memasang sheet fastener pada komponen yang sudah dilubangi.

b. **Wing Nut Fastener**

Bila diinginkan kekuatan pengikatan yang lebih besar dari pada kemampuan cleca fastener, maka dapat dipergunakan spesial wing nut fastener. Tersedia dalam bermacam-macam ukuran sesuai dengan ukuran lubang . Pemasangan dan pengencangannya dilakukan dengan mempergunakan tangan.

c. **Hex Nut Fastener**

Fastener ini digunakan apabila diinginkan suatu efisiensi yang semaksimum mungkin, yaitu :

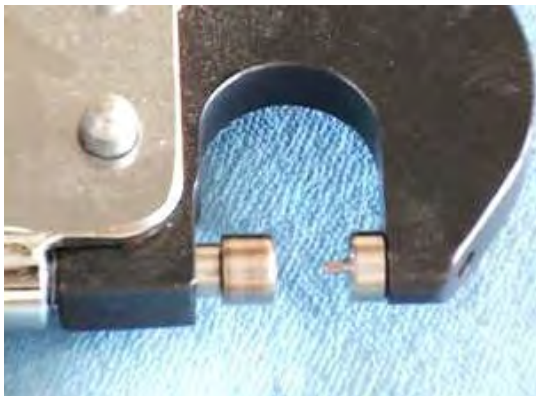
- Waktu pemasangan dan pembongkaran yang cepat
- Mudah dilaksanakan
- Kekuatan pengikatan yang besar
- Aman (tidak merusak permukaan sheet metal parts)

Pemasangan ataupun pembongkaran fastener ini dilaksanakan dengan mempergunakan ***wedgelock speed runners*** yang mempunyai tingkat performances tinggi.

Wedgelock speed runner

❖ Spesifikasi Wedgelock speed runners

Application	Standard Duty		Heavy Duty	
Motor Part Number	W 880-20 (2000 rpm)	W 880-10 (1000 rpm)	W 880-5 (500 rpm)	W 880-2,5 (250 rpm)
Air Pressure	100 psi	100 psi	100 psi	100 psi
Torque	32 in lbs	56 in lbs	90 in lbs	165 in lbs
Clamping Pressure	300 lbs	1000 lbs	1400 lbs	2000 lbs

8. Rivet Squeetzer Tools

8.1 Pengertian

Rivet squeezer adalah *riveting tools* yang digunakan dalam *aircraft conructions* sebagai pemasangan rivet. Perbedaanya dengan riveting tools yang lain, squeenzer rivet ini bekerja dengan cara menekan dari kedua sisi (dipres/diremas). Bukan dengan cara dipukul atau ditarik. Rivet set dan bucking bar bersatu dalam satu wadah.

Alat ini sangat praktis untuk merivet pada sisi part pesawat yang akan digabung. Cukup dikerjakan oleh seorang operator saja. Hanya penggunaannya terbatas karena bisa dibakai sebatas dimensi rahangnya (stasioner). Pemakaiannya bisa bertahap. Dari tahap pertama rivet dikembangkan, membentuk rivet pada tahap kedua dan finishing pada tahap ketiga. Untuk pneumatic squeezer rivet, cukup mengatur tekanan, rivet akan terbentuk dan terpasang dengan sempurna.

8.2 Jenis-jenis rivet squeezer Tools

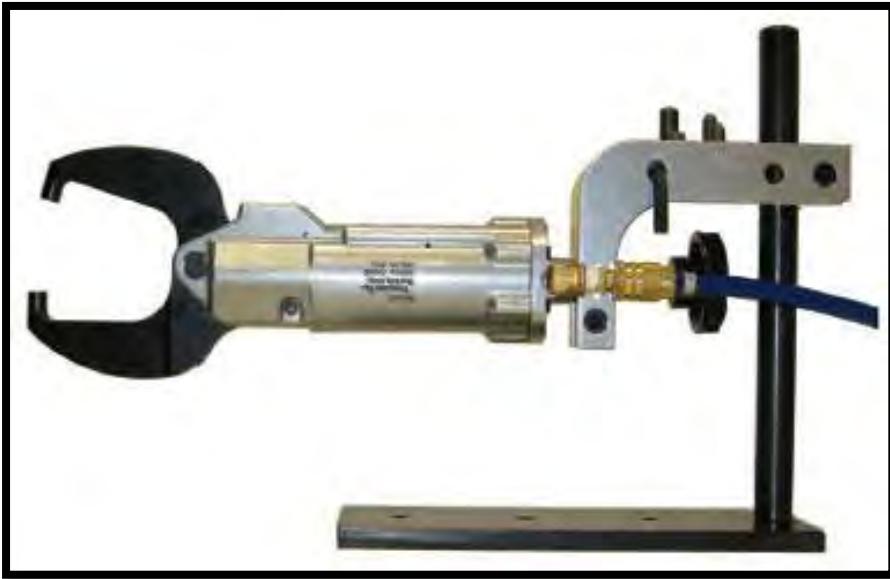
1. Rivet Squeezer Manual

Hand-Operated Rivet Squeezer | Yoke Depth (Inch): 3

Hand Rivet Squeezer 1-1/4"• GAP x 6"•

2. Pneumatic Squeezer Rivet

Hand Held “C” Style Rivet Squeezers

Pedestal For All Stationary Tools

Stationary Alligator Style Rivet Squeezers

3. **Dimple Die and Set Kits Squeezer Rivet**

9. Blind Riveting Tools

Dalam aircraft manufacture assy, dijumpai pengerjaan yang tidak bisa menggunakan *rivet gu,* karena hanya mampu dilakukan dari satu sisi struktur pesawat saja. Khususnya daerah sayap (wings), mesin (engine) dan banyak tempat lainnya. Blind rivet dikatakan demikian, karena disuatu sisi tidak bisa menggunakan backing bar. Baik itu karena sempit, maupun tidak bisa di lihat. Untuk keadaan seperti ini digunakan *blind rivet*.

Blind riveting tools terdiri dari 2 jenis. Yakni:

- POP Blind Rivet Manual tools
- Pneumatic Power Tools

9.1 POP Blind Rivet Manual tools

Alat ini menggunakan tenaga manusia. Cukup hanya memasukan batang rivet kedalam rivet set, kemudian stang rivet di pres. Rivet akan terpasang dengan baik dan patang terputus didalam mandrelnya.

Beberapa contoh type POP Blinr rivet tools’

a. PS15 Professional Hand Plier Tool

- Portable lightweight rivet tool, suitable for maintenance & repair, and site work
- Robust aluminum casting and vanadium steel handle design
- Setting capacity : aluminum rivets up to 3/16" (4.8 / 5.0mm) body diameter
- Contoured handle grips for comfort during riveting
- Rivet retaining handle design for one-handed riveting

- Supplied with nosepieces for 3/32", 1/8", 5/32" & 3/16" (2.4mm, 3.2mm, 4.0mm & 4.8mm) blind rivets
- Length : 9.65" (245mm)

b. PS20 Manual Lazy Tong Tool

Robust lazy tong tool suitable for limited lateral access, and sitework

Professional standard, robust aluminum and steel construction

Steel linkage system for improved mechanical advantage

Setting capacity : stainless steel blind rivets up to 3/16"

(4.8mm / 5.0mm) & 1/4" (6.4mm) aluminum

Supplied with nosepiece wrench & nosepieces for 1/8", 5/32",

3/16", 6.0mm & 1/4" (3.2mm, 4.0mm, 4.8mm, 6.0mm & 6.4mm) blind rivets

Length : 12" (305mm) closed, 31.7" (805mm) extended

Weight : 4.6 lbs. (2.10 kg)

c. PS45 Manual Heavy Duty Lever Tool

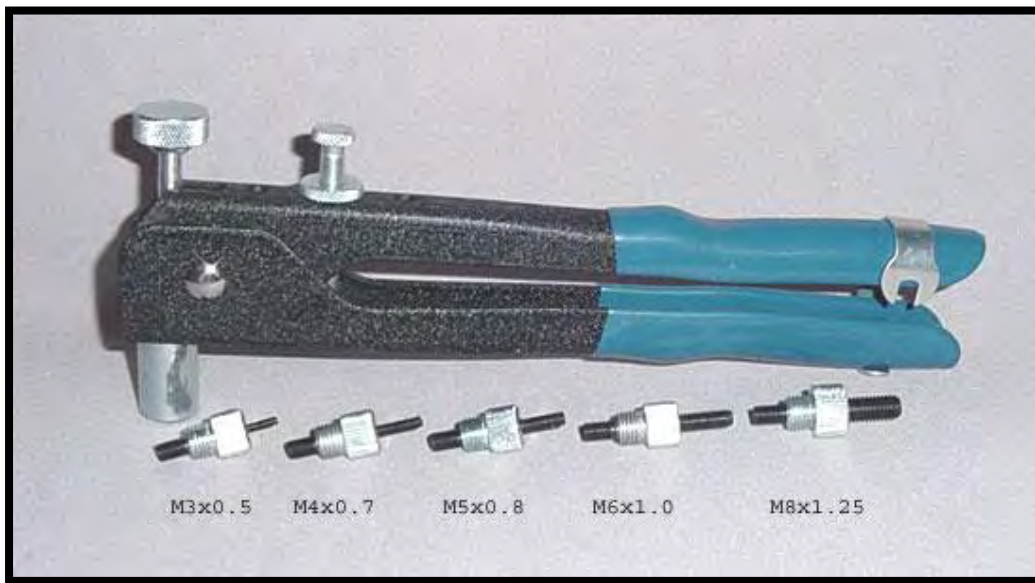
- Heavy duty grade, robust steel construction lever tool suitable for sheet metal construction
- Telescopic levered high capacity blind rivet tool. Two-position telescopic levers extend to maximise leverage and pulling force
- Setting capacity : all blind rivets 1/4" (6.4mm) body diameter including high strength
- Non-extended position makes tool more compact
- Supplied with nosepieces for 1/8", 5/32", 3/16", 6.0mm & 1/4" (3.2mm, 4.0mm, 4.8mm, 6.0mm & 6.4mm) blind rivets
- Integral removal mandrel collector
- Supplied with nosepiece wrench
- Length : 19.3" (490mm), 26.2" (665mm) extended
- Weight : 5.7 lbs. (2.6 kg)

9.2 Pneumatic Blind Rivet Power Tools

a. ProSet 1600 & ProSet MCS 1600
   Alat ini merupakan type yang terkecil dan teringan dari Power Blind Rivet . Selain desain yang kompak, pegangan bulat nyaman dan kecil akan mengurangi kelelahan bagi pengguna.

b. Point & Set Riveting System
   Alat ini bekerja secara otomatis. Karene rivetnya tersimpan didlam sistim dan secara otomatis keluar kalau dipicu. Alat ini berkecepatan tinggi, sehingga sangat efektif.

10. Rivet Nut Tools

10.1 Manual Riv-nut Tolls

10.2 Pneumatic Riv-nut Tolls

Gesipa Blind Rivet

11. Aircraft Clamping Tools

11.1 Pengertian Clamping

Dalam perakitan pada manufacture pesawat, sebelum pengerjaan perakitan banyak sekali menggunakan klem (penjepit). Karena sebelum perakitan dilaksanakan, part-part yang akan digabung harus disatukan terlebih dahulu dengan klem untuk penempatan posisi part yang tersebut dengan akurat. Penggabungan tersebut walaupun sifatnya sementara, dibutuhkan klem yang kekuatan klemnya sesuai dengan kebutuhan. Ada yang harus kuat sekali dan ada yang ringan.

11.2 Jenis-jenis Klem

a. C-Clamp

b. Spesial Clem

1. Toggle Clamp - 1 3/4 Reach

2. Locking C-Clamp With Swivel 6 Inch

1. Stanley Tools Spring Clamps 1-3/4 In Jaw

2. Side Grip Clamps

3. Handi-Clamps

4. Crimp tools

5. Ratchet Clamp Tool

12. Riveting Gauge

12.1 Pengertian

Pengerjaan rivet pada perakitan pesawat harus presisi baik sebelum pengerjaan (marking), maupun sesudah pengerjaan. Dibawah ini di cantumkan gambar- gambar *riveting gauge* sesuai dengan yang dipakai pada *inspection of riveting works aircraft industri.*

12.2 Jenis-jenis riveting gauge

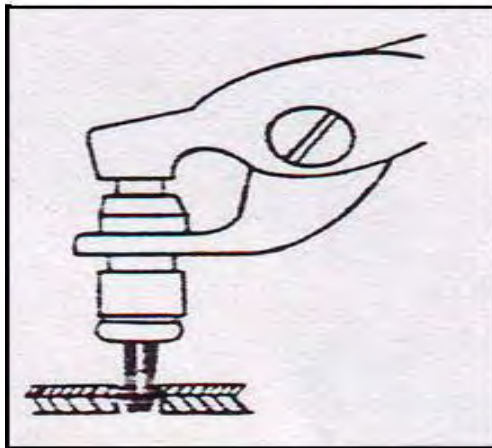
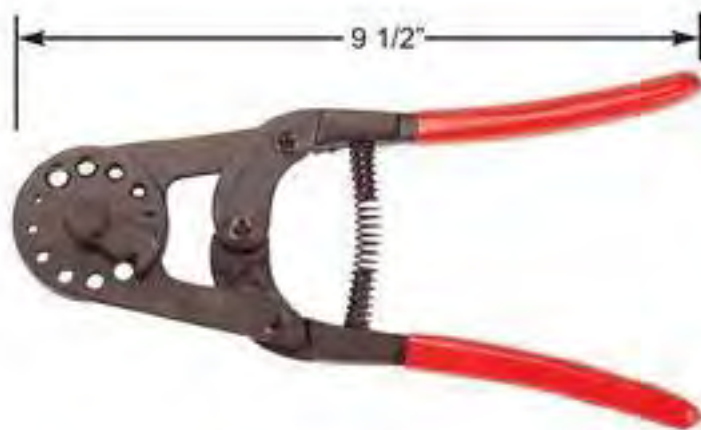
a. Rivet Length Gauge

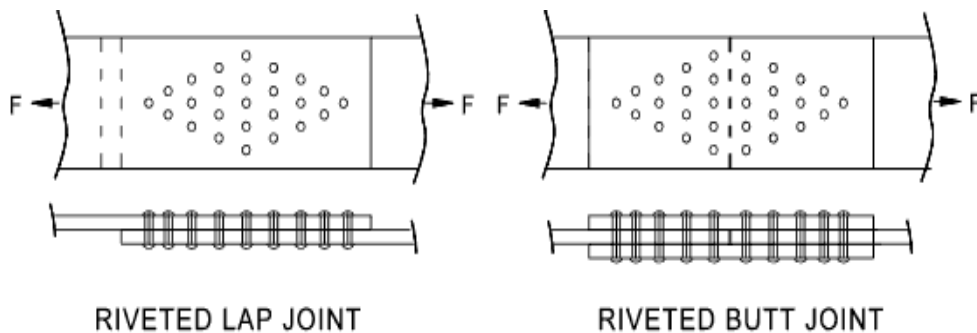
b. Head Rivet Gaug

c. Accordian Rivet Fan Spacing Tool

d. Rivet Grip Gauge

13. Micros stop

14. Plier

15. Rivet Cutter

16. Fastener

16.1 Solid Shank Rivet

Rivet adalah suatu metal pin yang digunakan untuk mengikat / menggabung dua atau lebih *sheet metal*, *plates* ataupun aircraft part. Kepala rivet yang asli (*rivet head*) dibentuk pada salah satu ujungnya sewaktu di buat di pabrik, sedangkan kepala baru (shop head) di bentuk pada waktu proses pemasangan rivet

menggunakan bucking bar. Dua tipe assembly yang umum dilakukan dalam pemasangan rivet pada perakitan aircraft yakni lap joint dan but joint.

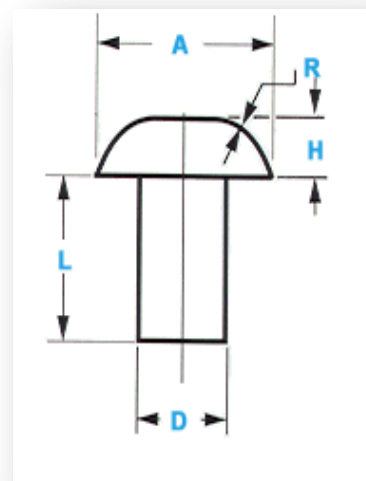
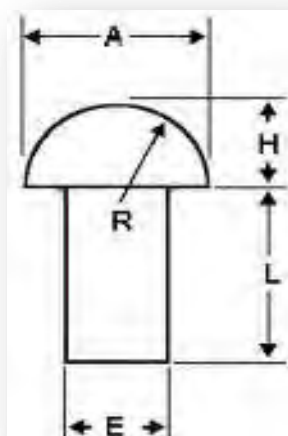
Pemilihan jenis material rivetpun harus disamakan dengan material komponen, terutama jenis paduannya. Supaya tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti kekuatan dan kekerasan rivet dengan komponen berbeda. Ini akan mengakibatkan kekalahan kekuatan antara satu dan lainnya. Demikian juga beda material akan membuat beda potensial yang mengakibatkan rentan terhadap korosi.

16.1.1 Bentuk bentuk kepala rivet dan dimensinya

Bentuk kepala rivet sangat berpengaruh besar terhadap kekuatan komponen maupun letak komponen. Maka dari itu perancangan sebuah *aircraft construction* harus teliti dalam memilih rivet. Tipe kepala apa yang akan dipasang di tempat tersebut. Contohnya, untuk tempat rangka yang memerlukan kekuatan maksimal penggabungan, dipilih *round heat rivet*. Sedangkan pada skin pesawat berkecepatan tinggi seperti pesawat tempur, dipasang *countersing head rivet*. Supaya tidak ada hambatan (drug) oleh kepala rivet. Pada umumnya bentuk kepala rivet ada 5 macam.

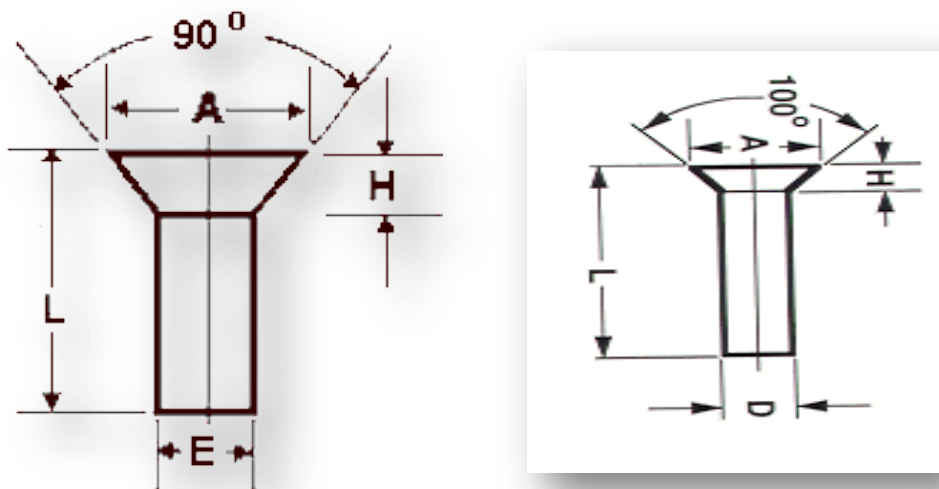
a. Round head rivet

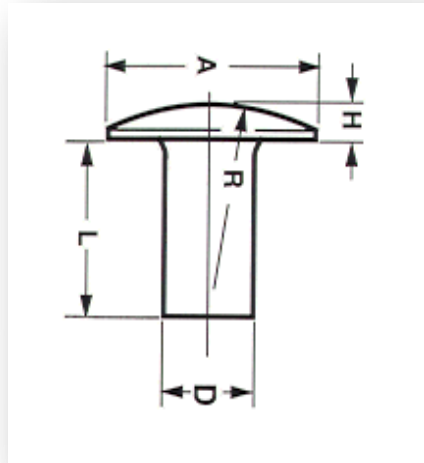
Round head rivet, mempunyai kepala yang lebih besar dibanding type kepala rivet yang lainnya. Pemakaian round head rivet pada aircraft construction pada bagian dalam (ekterior). Didasarkan pada pertimbangan gaya yang terjadi disamping beban geser, yang utama beban tarik searah sumbu rivet. Sehingga diperlukan kepala rivet yang kokoh menahan beban tarik. Maka akan dipilih round head rivet.

b. Universal head rivet

Universal head rivet adalah sebagai pengganti rounhead rivet dan flat head rivet. Kalau dilihat dari type kepalanya, menyerupai round head rivet. Tetapi lebih tipis dibandingkan dengan round head rivet.Dengan pertimbangan, rata-rata pada

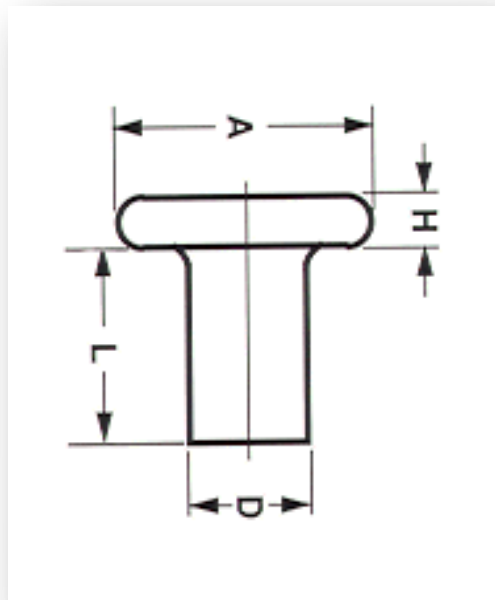
aircraft construction beban yang terjadi kebanyakan adalah tegangan geser (shear).

c. Countersunk head rivet

Courteshunk head rivet mempunyai kepala seperti gambar. Sudut kemiringannya pun bermacam-macam. Mulai dari 60º sampai dengan 140º. Para perancang sudah mengkaji sedetil mungkin kekuatan yang diberikan tarik yang diberikan oleh rivet 60º sampai dengan 140º, dan dipasang pada lokasi mana rivet tersebut dipasang sesuai dengan kekuatan yang dibutuhkan komponen tersebut.

Rivet ini mempunyai kepala yang rata dengan komponen pada pemasangannya. Pemasangannya ada dengan jalan di countersing dan ada juga yang didimpling. Hal ini tergantung kepada ketebalan bahan yang akan di rakit. Dengan pemasangan rivet countersing pada skin yang datar dengan permukaan skin, akan membuat aliran udara lancar (smooth) sewaktu melewati skin tersebut. Penggunaan rivet ini pada skin terutama pada pesawat terbang berkecepatan tinggi pada exterior sub assy.

d. Brazier Head Rivet

Brazier head rivet bentuknya hampir sama dengan universal head rivet. Yang membedakan adalah ketebalan dari *rivet head* nya. Rivet ini lebih tipis dianding dengan universal head rivet, apalagi kalam dibanding dengan roun head rivet.

Pemasangan rivet ini untuk daerah daerah yang suli atau mennganggu komponen yang lain kalau dipasang universal head rivet contohnya.

e. Flat Head Rivet

Flat head rivet mempunyai kepada yang datar, tapi punya ketebalan. Rivet ini dirancang untuk pemasangannya sama dengan brazier head rivet, yakni didaerah

lokasi yang sempit. Flat head rivet dipasang karena membutuhkan kekuatan tarik yang kuat.

16.1.2 Material sold shank Rivet

Rivet dibuat dalam bermacam-macam material, akan tetapi untuk *aircraft contruction* banyak menggunakan *Alluminium Alloy* (aluminium paduan) disaamping paduan lainnya Paduan lainnya ini di pasang terutama pada tempat-tempat atau lokasi-lokasi tertentu yang korosif atau temperatur tinggi.Didaerah lainnya ini ada yang dibutuhkan rivet yang bermatrial Titanium, monel dll.

Aircraft construction Planner, akan mengacu kepada 6 jenis rivet jenis alluminium alloy yang umum dipakai sesuai kebutuhan konstruksi. Tentu ada jenis lain yang akan disesuaikan juga dengan kebutuhan konstruksi. Paku keling Pesawat juga tersedia dalam baja, stainless steel, titanium dan monel.

Paduan diidentifikasi berdasarkan spesifikasi rivet oleh seorang desainer. Termasuk adanya code / penandaan yang tertera pada kepala rivet. *The aluminum association number* juga mengidentifikasi paduan dasar. *The aluminum association number* berlaku untuk semua bentuk paduan aluminium dan bukan hanya pada rivet aluminium alloy saja.

Pada *aircraft construction alluminium alloys* yakni material yang dominan dipakai mempunyai kodefikasi 1100 sampai dengan 7075 T. Pemasangan rivet, materialnya harus sama dengan komponen yang akan dirakit.

Berdasarkan jenis paduannya, rivet terbagi dalam dua jenis,

a. Rivet siap pakai.

1. **1100 (A) Rivets,** 1100 Al. Alloy, adalah aluminium murni dan secara teknis bukan paduan karena tidak ada unsur paduan. Rivet yang terbuat dari bahan ini adalah non-treatment (Rivet ini tidak bisa dibuat lebih keras menggunakan perlakuan panas). Rivet ini lunak (sekitar 15.000 psi kekuatan tarik) dan dapat dibentuk "seperti yang diinginkan". Rivet ini digunakan untuk aplikasi komponen non structural, dimana kekuatan tidak terlalu dipertimbangkan.

2. **5056 (B) Rivets.** 5056 adalah aluminium dengan unsur paduan utama 5% Magnesium ditambah unsur-unsur lain dengan persentase kecil. Karena magnesium adalah sangat "aktif" logam, struktur paduan magnesium sangat rentan terhadap korosi galvanik. Rivet B ini digunakan dalam struktur pesawat, juga digunakan untuk meminimalkan efek logam berbeda yang akan ada ketika

menggunakan salah satu dari 2000 (tembaga) seri rivet. Rivet B cukup lunak untuk diriveting "seperti yang diinginkan". Rivet ini juga non-treatment.

3. 2117 (AD) Rivets. 2117 adalah aluminium paduan dengan unsur paduan utama dari 2,6% tembaga dan sebagian kecil dari elemen lain. Paku keling AD mungkin merivet paling umum digunakan dalam struktur pesawat umumnya. Kekuatan mereka (sekitar 27.000 psi) dan ketahanan terhadap korosi yang baik. Rivet ini bisa dilakukan heat-treatmen untuk kebutuhan pemasangan pada lokasi tertentu sesuai dengan yang dibutuhkan dan masih cukup lunak untuk bisa dirivet " sesuai yang diinginkan".

4. **7050 (E) Rivets**, Rivet 7050 adalah aluminium dengan unsur paduan utama dari 6,2% Zinc dan persentase yang lebih kecil dari unsur-unsur lain. Rivet 7050 "E" adalahrivet terkuat dibanding yang lainnya. (sekitar 46.000 psi). Rivet ini memiliki keuntungan tambahan karena cukup lunak untuk bisa dirivet langsung, tidak perlu perlakuan panas terlebih dahulu. Untuk kemungkinan ini, rivet ini bisa menggantikan rivet "D" dan "DD" pada pemakaiannya. Namun, "E" paku keling harus diperoleh dalam panjang yang tepat.

5. Titanium, untuk komponen *carbon composite* atau pada daerah yang mempunyai atau mengalami temperatur sangat tinggi, misalnya daerah engine.

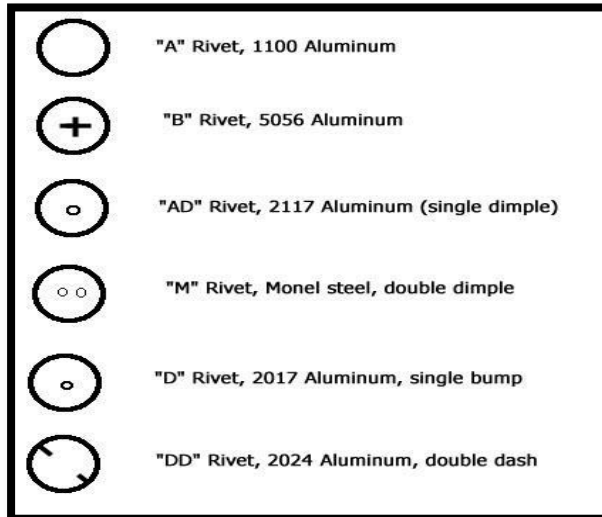
6. Baja paduan, dipasang pada daerah yang banyak menggandung kimia yang korosif.

b. Tidak siap pakai - Rivet heat treatment

Rivet-rivet yang tidak siap pakai, artinya rivet yang harus mengalami perlakuan panas terlabih dahulu (heat treatment).

2024 (DD) Rivets. Rivet 2024 adalah aluminium dengan unsur paduan utama dari 4,4% tembaga dan persentase kecil dari unsur-unsur lain. Pada akhir-akhir ini, rivet ini adalah mayoritas digunakan dan kekuatannya tinggi (sekitar 35.000 psi). Secara umum rivet ini dipasang pada daerah struktur primer atau daerah yang mempunyai gaya tarik yang kuat dan menahan berat, karena rivet ini mempunyai kekuatan tinggi, yang juga sebanding dengan rivet 7075 aluminium alloy . Semua paku keling DD terlalu sulit untuk dirivet lansung, sifatnya keras dan rapuh, sehingga diperlukan proses pelunakan (anealing) sebelum riveting. Proses pelunakan ini didapatkan dengan memasukan rivet kedalam dapur pemanas pada temperatur tertentu kemudian didinginkan, sehingga didapatkan pelunakan yang cukup dalam opersai riveting selama; 60 menit untuk 2017 dan 10 menit untuk 2024. Untuk memperpanjang waktu

lunak rivet maka rivet dapat disimpan pada refrigerator temperatur minus 20º Celcius.

16.1.3 Kodefikasi Rivet

Aircraft rivets mempunyai identifikasi dari pabrik pembuatan rivet dengan tanda (mark) pada kepala rivet jenis material dari rivet tersebut.

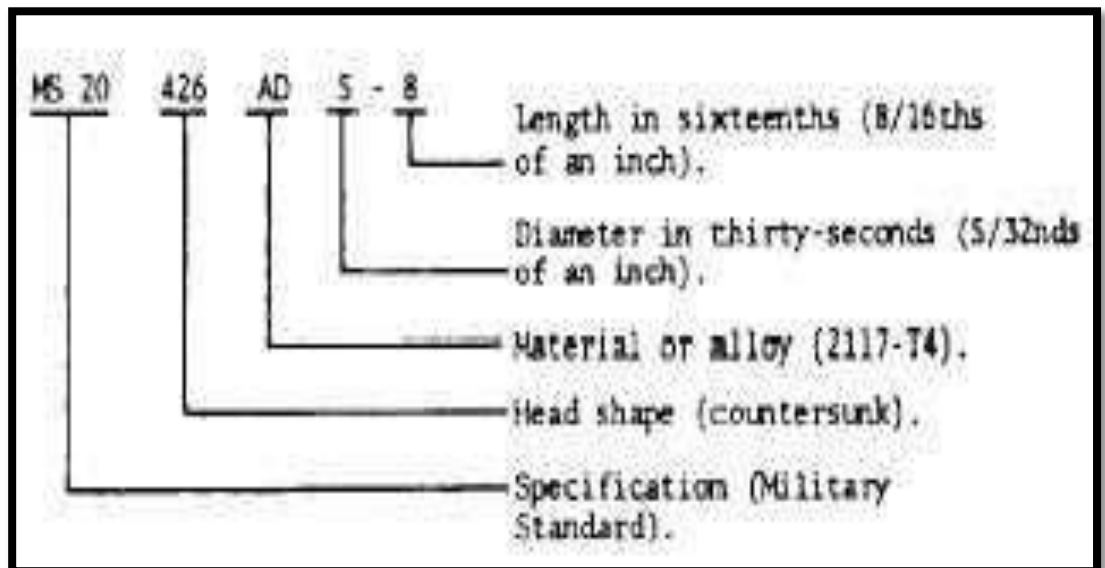
Rivet Material	Pt No Code	Head Marking
1100	A	Plain
5056	B	Raised Cross
2117	AD	Dimpled
2017	D	Raised Dot
2024	DD	Double Dash
7050	E	Raised Circle

- Rivet A, tanpa tanda dikepakanya, adalah rivet lunak dengan jenis material 1100 (aluminium murni), yang tidak digunakan pada aplikasi sruktural pesawat.

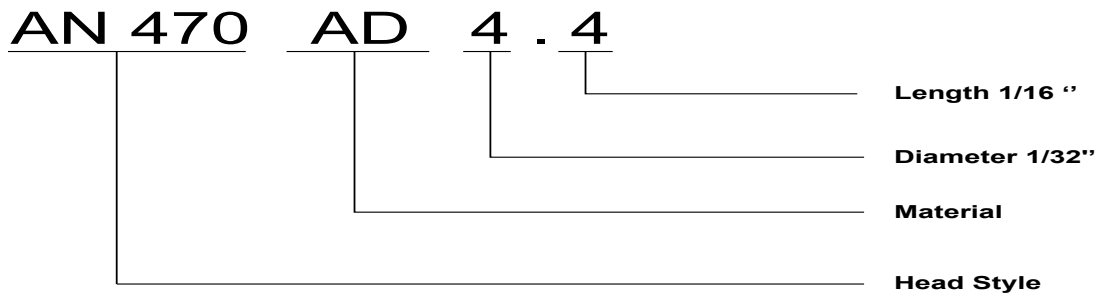
- Rivet B, unsur paduannya adalah magnesium ditandai oleh sebuah tanda silang (plus).

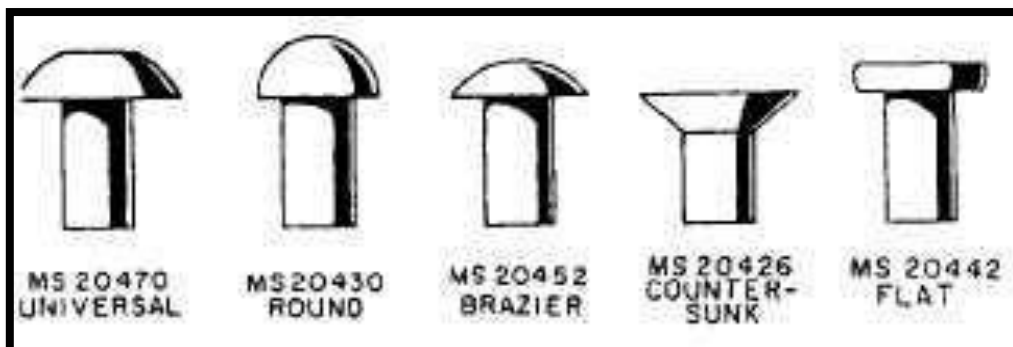
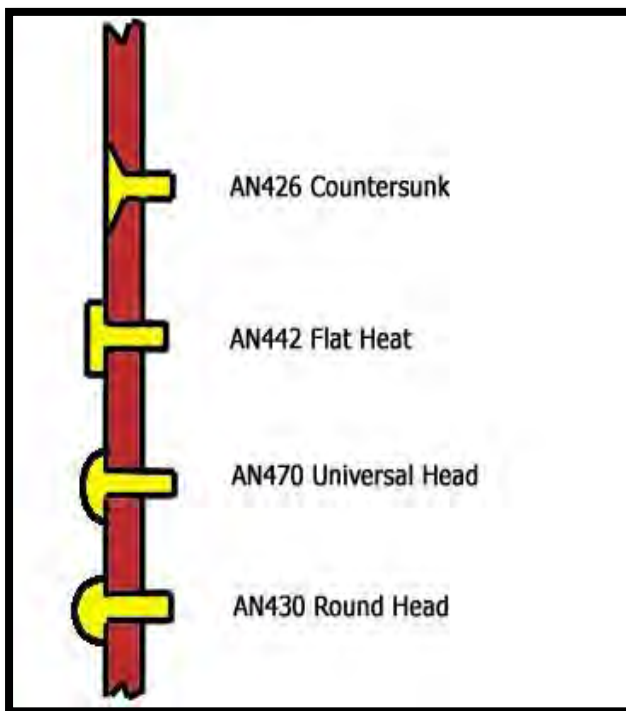
- Rivet AD, ditandai oleh sebuah titik tunggal (dot) ditengah kepalanya seperti lesung pipit, yang dapat digunakan tanpa proses tambahan. Titik tersebut membuat pusat kepala rivet lebih mudah untuk menemukan ketika pengeboran dari kepala rivet.

- „"M„" Rivet, Rivet Monel mempunyai dua lesung di kepala dengan warna silver dan berat, biasanya akan dipasang di lokasi kekuatan tinggi atau firewall di mana suhu mungkin menjadi pertimbangan. "D" dan "DD" paku keling yang biasa disebut *ice-box rivet* karena mereka harus dipanaskan sebelum digunakan. Setelah di heatret rivet harus disimpan dalam *ice-box* tidak lebih dari 20 menit sebelum digunakan.

16.1.4 Rivet Part Number

MS atau AN nomor bagian mendefinisikan bentuk kepala rivet , dan termasuk rincian bahan (kode huruf) , diameter dalam per 32 inci , dan panjang di per 16 inci

.

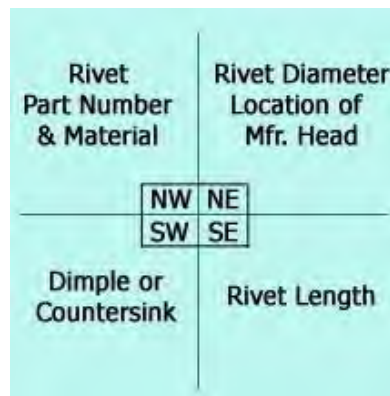
MS20470AD**3** - 3/32" diameter
MS20426A**4** - 1/8" diameter
NAS1097E**5** - 5/32" diameter
MS20470B**6** - 3/16" diameter
MS20426DD**8** - 1/4" diameter

Dari contoh diatas, AN 470 AD 4 – 4

- Kepala rivet berbentuk universal
- Material 2117 al. Alloy
- Diameter 4/32‘" atau 1/8”
- Panjang 4/16‘" atau ¼ “

- **AN Rivet Code**

- MS Rivet code

Rivet countersunk terutama dipasang sebagai pengikat tegangan tarik yang rendah , tapi kalau material tipis dikerjakan coutersing, kekuatannya sangat lemah. Maka dari itu plat yang tipis lebih baik pakai proses dimpling.

NAS 523 Rivet Code

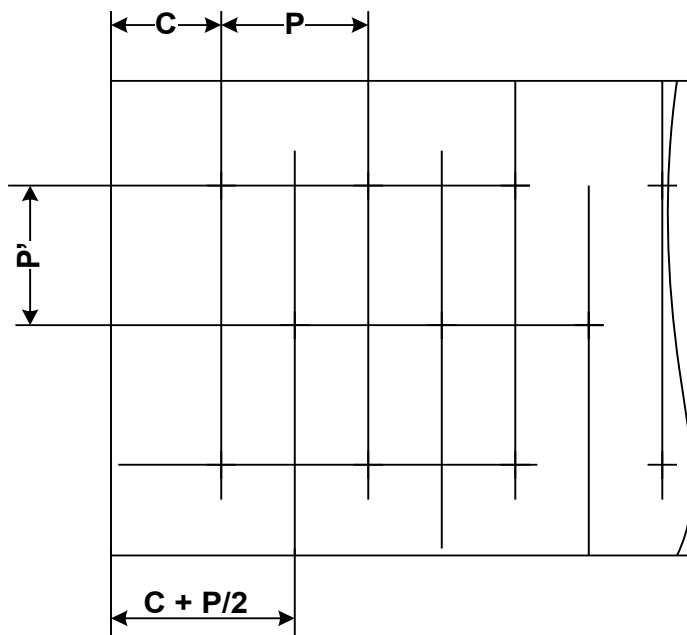
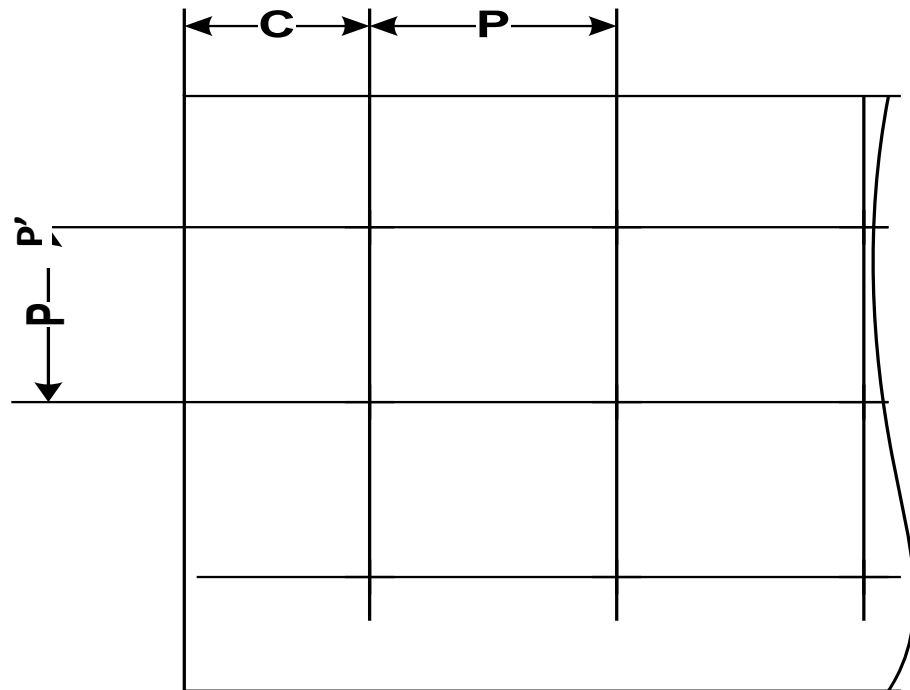
Dalam perusahaan penerbangan tertentu penggunaan kode identifikasi rivet NAS523 digunakan pada diagram dan gambar. Kode mewujudkan sejumlah rincian tentang rivet yang akan digunakan dalam simbol-4 terpojok tunggal, dengan "crosshair" di pusat. Setiap kuadran diberi kompas sebutan: NW untuk barat laut, NE untuk timur laut, barat daya dan SW untuk SE untuk tenggara. Sebutan kompas ini tidak ditampilkan pada kode, hanya rincian.

Selain nomor kode standar untuk pengencang dan alat kelengkapan , produsen sering merancang barang-barang mereka sendiri hardware dan menerapkan nomor bagian mereka sendiri . Produsen besar juga akan menetapkan nomor bagian mereka sendiri untuk bagian standar . Misalnya Boeing mengacu pada rivet MS20470AD sebagai BAC 15BB ' A' . Teknisi harus menggunakan struktural perbaikan manual produsen dan pastikan untuk menggunakan bagian-bagian tertentu .

16.1.5 Riveting Prosedur

Dalam pelaksanaan riveting beberapa hal yang sangat penting diperhatikan adalah:

1. Rivet lay-out.
   Dalam hal ini kita harus menentukan jarak rivet pada sisi komponen maupun jarak antara satu rivet dengan rivet yang lainnya, untuk mendapatkan hasil gabungan yang baik dan kuat. Pada garis besarnya ukuran jarak rivet dibagi dalam 3 bagian utama.

a. Edge Distance

Jarak dari titik pusat lubang rivet sampai pada sisi sheet. Umumnya diambil 2 sampai dengan 4 diameter rivet. Kecuali untuk countersunk head rivet minimal adalah 2,5 diameter rivet.

b. Pitch (P), jarak antar titik pusat dua rivet yang sebelahan adalah antara 3 x diameter rivet sampai dengan 10 kali diameter rivet. Normalnya adalah 6 x diameter rivet, kecuali countersunk head rivet pada sheet yang dipersiapkan secara dimpling adalah 5 x diameter rivet, minimum.

c. Gage atau Transperse pitch (P")

Jarak antara baris rivet yang satu dengan yang lainnya, umumnya diambil ¾ pitch. Bisa sejajar atau formasi zig-zag.

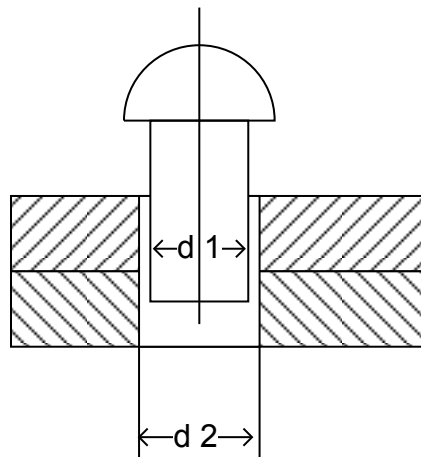
Pada beberapa komponen dalam bentuk profil, penentuan ukuran-ukuran tersebut haruslah mempertimbangkan :

- Diameter rivet
- Jari-jari profil
- Ketebalan sheet
- Ukuran flange

Sehingga mendapatkan ikatan yang aman tanpa terdapatnya kepala rivet melukai provil pada radiusnya, akibat tidak cukupnya jarak antara kepala rivet dan awal / akhir radius profil.

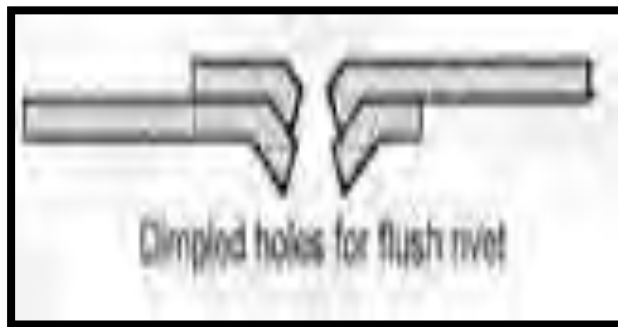
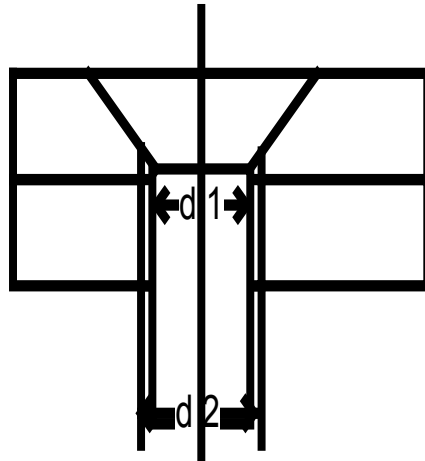
16.1.6 Hole for Distance

Lubang rivet pada *solid shank rivet* dipersiapkan dengan dua cara, yakni :

1. Kepala menonjol
   Pada prinsipnya untuk mempersiapkan lobang rivet dilakukan melalui pengeboran. Diameter lobang rivet (d_2) diambil lebih besar dari diameter rivet (d_1) yang akan dipasang.

2. Kepala Terbenam (Countersunk head rivet)
   Dalam mempersiapkan lubang rivet ini harus meluhat perbandingan antara tebal sheet dan diameter rivet (lihat tabel). Lobang untuk batang rivet sama saja dengan rivet-rivet lainnya.

   a. Sheet tebal
      Dipersiapkan secara countersing melalui countersing cutter yang dilengkapi dengan microstop sebagai alat untuk penyetel kedalaman

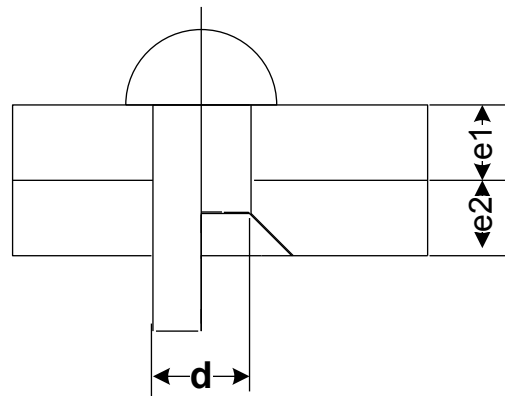
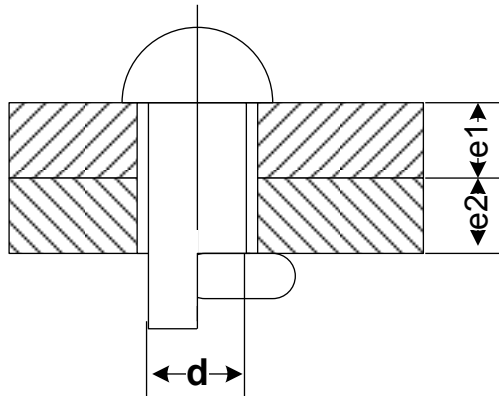
b. Sheet tipis

Dipersiapkan dengan jalan menekan sheet pada dimpling die, baik secara dingin maupun panas. Dengan demikian didapat lubang yang sesuai dengan kepala countersing rivet.

Dimpling

Diameter rivet	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8
D 2 maksimum	2,5	3,3	4,1	4,9	5,7	6,5	8,1
Count. S 2 min	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	3,3
Count. S 2 max	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2	2,1

Catatan : S 2 adalah lapisan di atas

16.1.7 Menghitung panjang rivet

Dalam proses riveting diharapkan pemilihan panjang rivet harus sesuai dengan tebal keseluruhan komponen yang akan digabung, adapun panjang rivet yang dibutuhkan adalah :

L rivet = T + H

T = tebal sheet gabungan

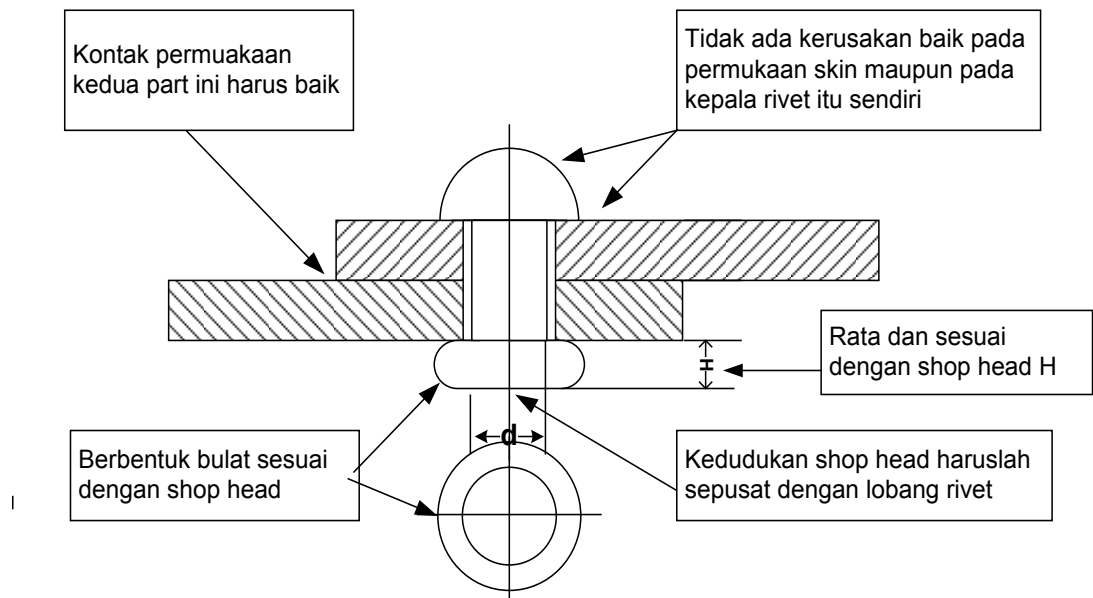
H = panjang untuk kepala baru

1,5 d untuk rivet kepala baru menonjol
0.8 d untuk countersing head rivet

16.1.8 Inspection of Rivet

Hasil pengerjaan rivet haruslah memenuhi syarat yang ditentukan sesuai dengan hal-hal yang dibahas diatas, terutama lay-out kelurusan sumbu kepala baru dan kepala lama maupun bentuk bulat dari kepala baru.

- Tidak terjadi crack (pecah)
- Permukaan sheet yang cacat
- Sheet bergelombang.

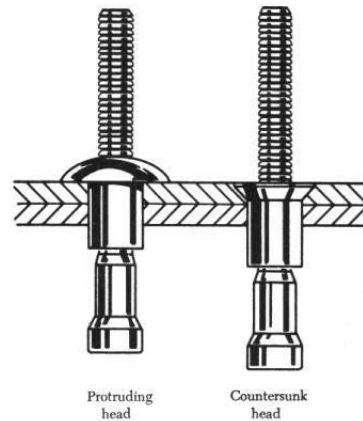
Cacat perivetan disamping akibat dari human error, juga kesalahan pemakaian tools maupun standard part. Pada gambar dibawah ini diperlihatkan gambar rivet dengan kepala baru yang memenuhi syarat. Dalam pengerjaan rivet kalau tidak memenuhi ketentuan maka rivet harus dibongkar.

16.2 Special Rivet

Special rivet dikenal juga dengan istilah blind rivet. Rivet ini dibuat unruk mengatasi kesulitan pada pemasangan rivet terutama daerah salah satu sisi telah tertutup komponen lain. Dengan rivet ini maka pemasangan rivet dapat dilakukan hanya dari salah satu sisi saja. (Khusus rivet lock bolt tetap diperlukan dua sisi, tetapi penarikannya tetap pada satu sisi).Dipasaran banyak sekali jenis rivet ini dengan bentuk maupun cara pemasangan dan tools yang berbeda.

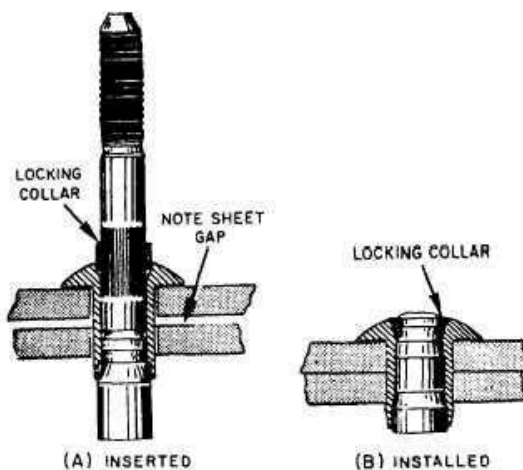
16.2.6 Cherry Lock Rivet

Rivet ini dibuat dalam dua type, yakni :

a. Bulbed cherry Lock

b. Standar Cherry Lock

1. Bentuk-bentuk kepala Cherry Lock Rivet

   Sebagaimana solid shank rivet, rivet ini dibuat dengan beberapa type kepala (haed style). Yang umum dipakai adalah universal dan countersunk head rivet.Penggunaan rivet ini pada pesawat terbang ada dibagian interior dan eksterior dengan type dan ukuran-ukuran yang berbeda pula.

2. Rivet cherry Lock (Standar ataupun bulbed) terdiri dari :

   a. A self shering pulling stem yang bertuknya khusus sesuai dengan type rivet itu sendiri, yang akan patah dalam penarikan.
   b. An Insert, dengan bentuk kepala universal atau countersing.
   c. A Locking Collar, sebagai pengunci rivet dalam pemasangan

3. Grip Length of Cherry Lock

Grip length menunjukan besarnya ketebalan material (parts) yang akan dirakit dengan cherry Lock rivet.

Penentuan dari pada grip length ini dapat diketahui dengan menggunakan Grip Gage. Alat ini diukur dalam 1/16” dan ditandai dengan number.

Semua scherry lock rivet mempunyai penandaan grip length pada kepala rivet. Setiap rivet dengan grip lenggth tertentu memiliki kemampuan untuk mengikat ketebalan maksimum sesuai dengan tanda (number) dan ketebalan minimum lebih kecil 1/16".

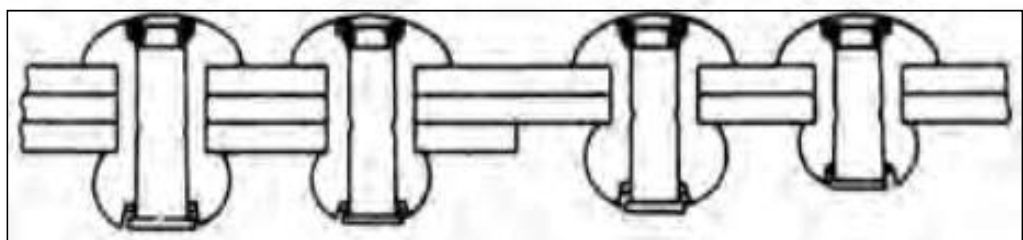
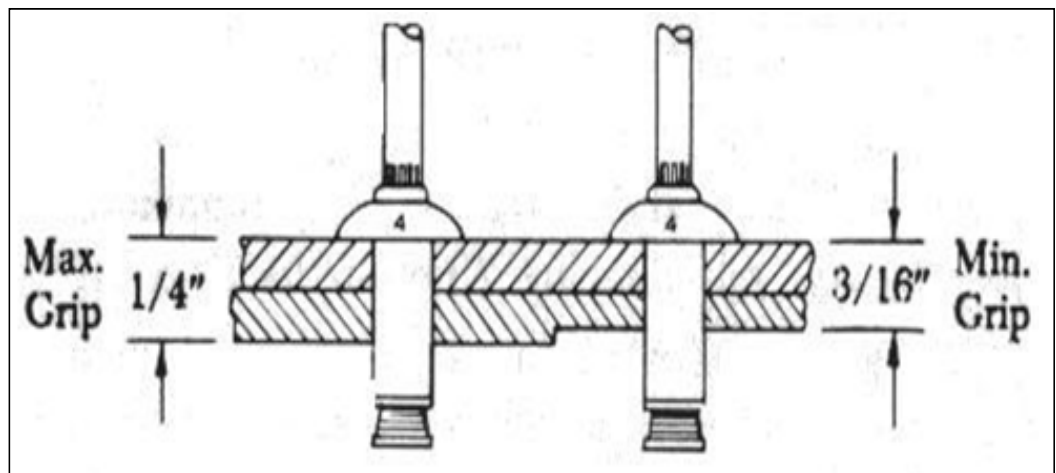
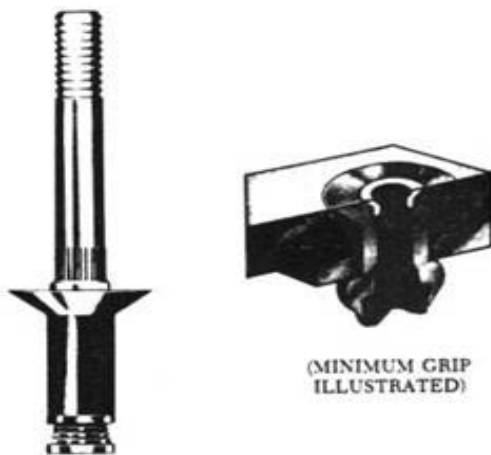
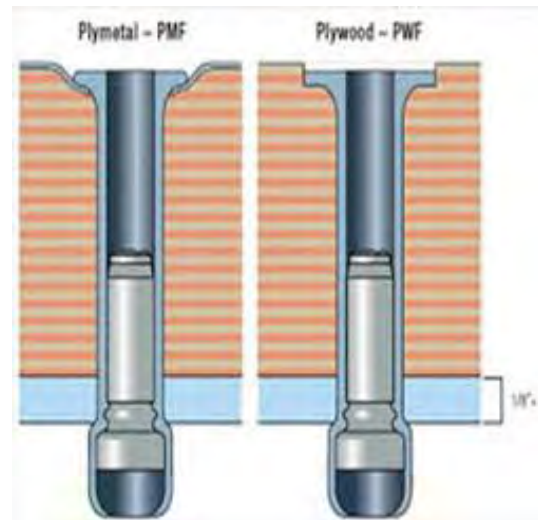
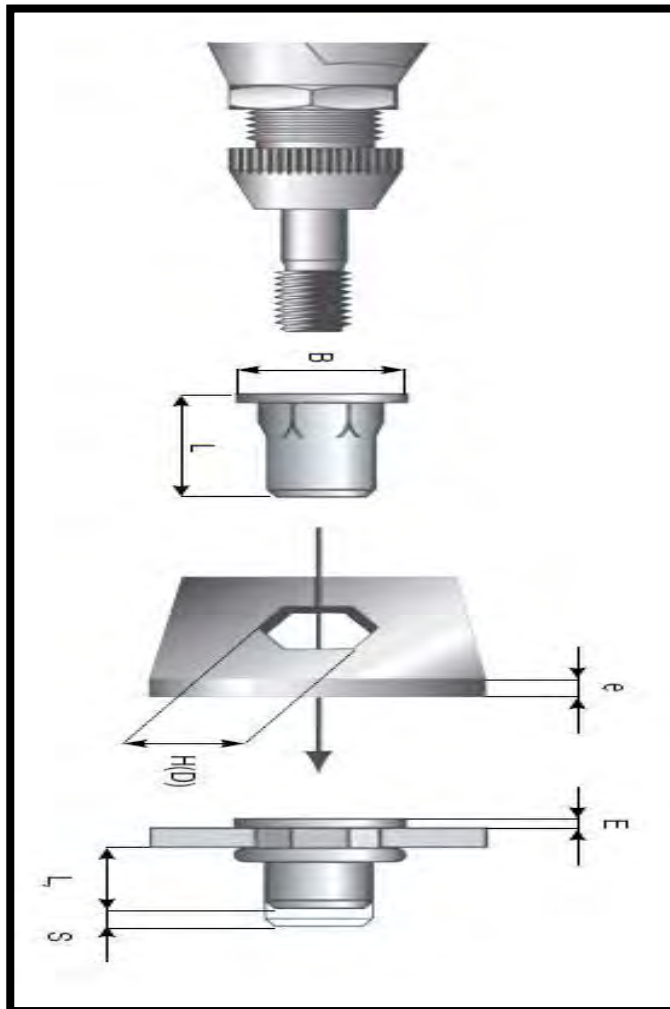
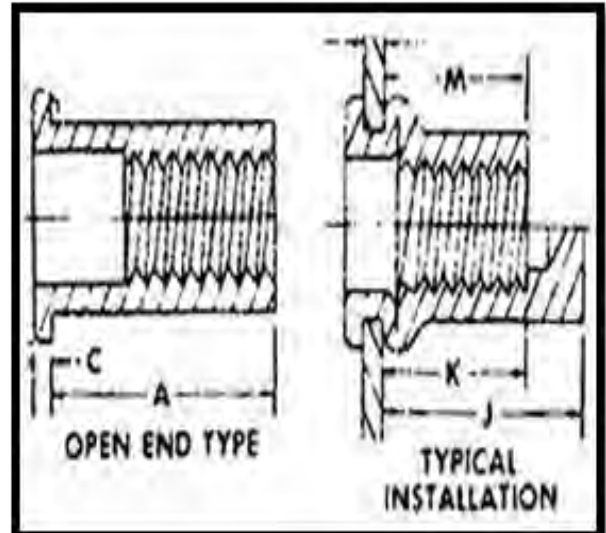
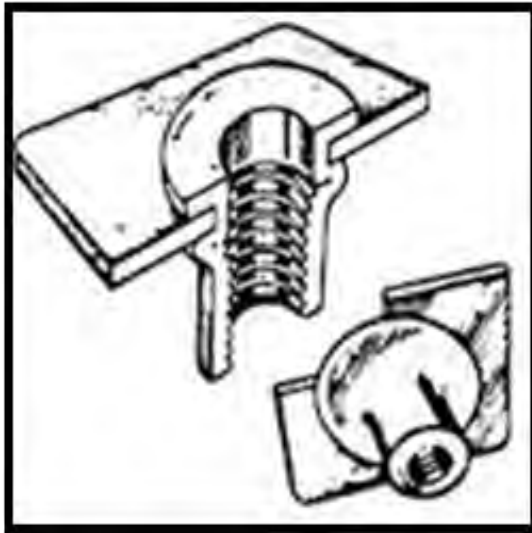



FIGURE 6-39. Bulbed cherrylock rivet.

16.2.7 Rivet Nut

Rivet nut dikenal juga sebagai blind rivet, karena praktis pemasangannya dilakukan dari satu sisi. Rivet nut adalah gabungan dari rivet dan mur (nut). Karena bagian dalam dari sarung atau lobang dari rinet nut ber ulir. Rivet Nuts nut merupakan salah satu bentuk media

penggabung yang digunakan pada *aircraft construction.* Contoh pemakaiannya pada pemasangan de-icing pada sayap pesawat. Dan dikenal juga sebagai blind rivet nut karena

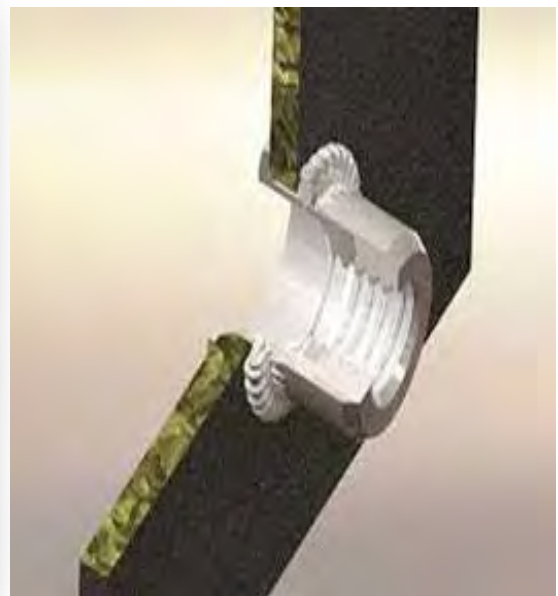
salah satu bagian dalam dari rivet ini berulir, ada yang tidak berulir dan pemasangannya dilaksanakan dari satu sisi. Blind rivet nut memiliki badan dengan bagian ulir dan daerah yang akan mengalami perobahan bentuk (deformation zone). blind rivet nut juga memiliki kepala dengan diameter luar lebih besar dari badan rivet. Bagian yang tidak berulir adalah bagian yang akan dijadikan sebagai pengunci dari rivet nut. Dilihat dari cara pemasangannya, rivet nut ini merupakan gabungan dari mur-baut dan rivet.

Rivet nut pada umumnya dikenal dua jenis: Jenis yang pertama dirancang untuk membentuk tonjolan di sisi belakang panel seperti sekrup. Yang lainnya adalah sama dengan blind rivet, yaitu ditarik dengan menggunakan sekrup, tetapi ditarik ke dalam bukannya menciptakan tonjolan.

M	S	d1	d	D	K	L	L1
M4	0.25-2.0	6.1	6.0	9.0	0.8	10.0	7.0

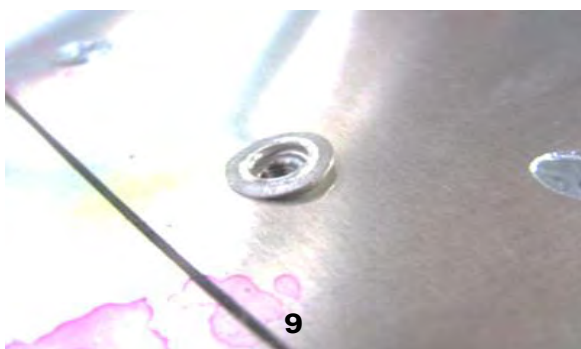
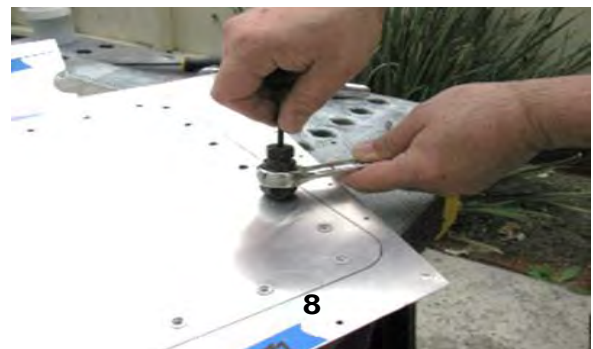
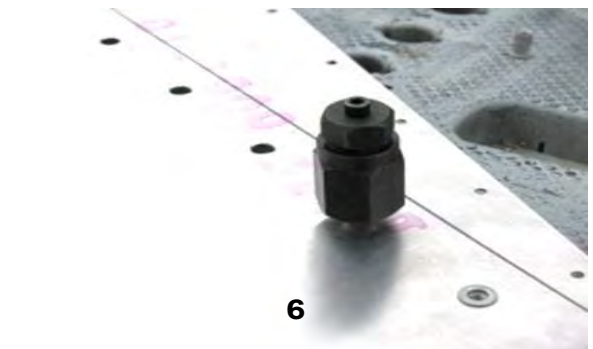
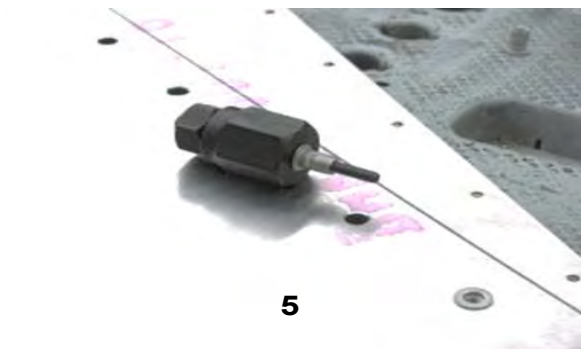
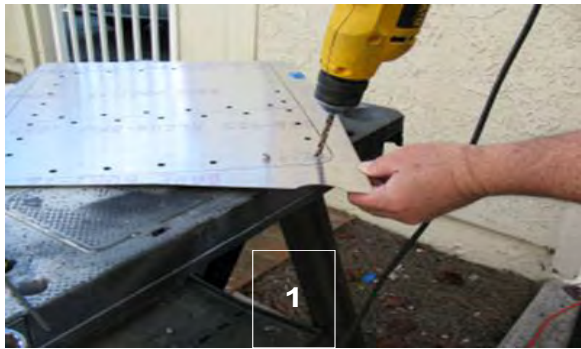
Rivet nut juga dirancang menggunakan logam yang terbuat dari aluminium anodized, dengan demikian, tidak akan mengalirkan arus listrik.
Pada pesawat terbang banyak digunakan dengan berbagai fungsi. Dapat digunakan pada plat-plat tipis maupun tebal, dengan adanya ulir dapat menahan beban yang besar.Pemasangan rivet nut lebih simpel dan praktis dibandingkan dengan penginstalan mur baut. Cukup hanya membuat lobang sesuai dengan diameter rivet nut, masukan , tarik dan selesai. Tinggal memasang baut (bolt) dengan kunci yang sesuai dengan type rivet nut. Pemasangan rivet nut tidak akan mengalami kerusakan pada part penggabungan seperti deformasi dan merusak cat pada bagian yang sudah finalisasi.

1. Daftar dimensi rivet nut

M5	0.25-2.0	7.1	7.0	10.0	1.0	12.0	9.3
M6	0.5-3.0	9.1	9.0	13.0	1.5	14.5	11.0
M8	0.5-3.0	11.1	11.0	14.0	1.5	16.5	12.3

2..Bentuk pemasangan dari rivet nut

3. Instalasi rivet nut

Perhatikan gambar

1. Laksanakan pengeboran pada part yang akan di pasang rivet nut
2. Pastikan pengeboran sesuai dengan ang direncanakan dan bersihkan lobang dari tatal.
3. Siapkan rivet nut yang akan di pasang.
4. Siapkan alat (riv-nut tool).
5. Pastikan riv-nut tool tersebut sesuai dengan spesifikasi riv-nut.
6. Pasangkan riv-nut tool pada lobang beserta rivet nut yang akan dipasangkan.
7. Lakukan penarikan rivet nut tool pada tahap pertama.
8. Lanjutkan penarikan sampai rivet nut sempurna.
9. Lihat kesempurnaan pemasangan rivet nut dari depan
10. Cek juga kesempurnaan pemasangan dari belakang

11. Komponen siap digabung dengan baut yang sesuai perencanaan.

4. Bentuk- bentuk Rivet nut

Secara umum riv-nut dikenal dengan 2 bentuk

- Original rivet nut
- Blind rivet nuts with slotted shank
- Special rivet nut

1. Original Rivnut

a. Head shapes
    - Flat head
    - Countersunk head
    - Extra-small countersunk hea

b. Shank ends
    c. Open
    d. Closed

c. Shank forms

- Round body, plain
- Round body, knurled
- Hexagonal body
- Part hexagonal body
-

2. Blind rivet nuts with slotted shank

a. Plusnut

b Rivkle

c. Rivnut- Hrt (High Strength Fasteners)

3. Special designs (Blind rivet nuts)

Rivnut® With A Large Diameter Head

Rivnut® With A Secondary Floating Nut

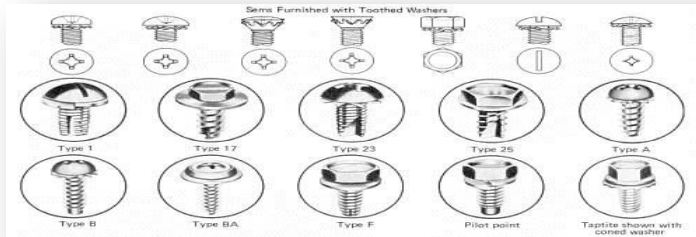
Rivnutwith A Pre-Applied PVC Foam Sealed Head

Plusnut With A Large Diameter Head

Rivnut Teardrop

Rivnut Av Anti-Vibration Fastener

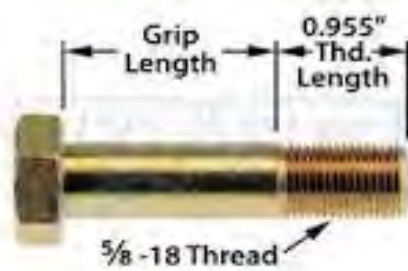
4. Riv-stud (Blind Rivet Studs)

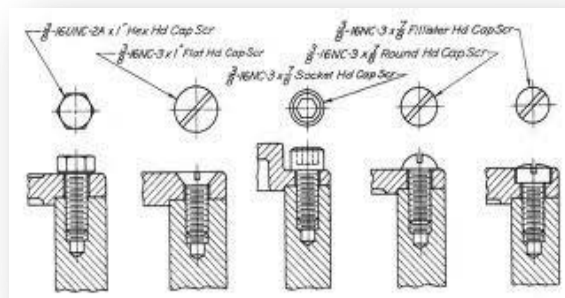
17 Treaded Fastener

Treaded Fastener seperti bolt, nut dan screw, dapat menggabung komponen dengan kekuatan yang diinginkan serta mampu untuk bongkar pasang berulang kali bila diperlukan tanpa merusak.

Hal yang sama tidak mungkin dilakukan pada assy dengan riveting, welding maupun assy tetap lainnya.

Dalam penggunaan bolt dan screw pada aircraft struktur tidaklah sama mengingat adanya perbedaan yang nyata diantara keduanya, yakni :

a. Ujung yang berulir pada bolt selalu tumpul sedangkan pada srew dapat berupa tumpul ataupun runcing.
b. Pada ujung berulir pada bolt selalu dipasang nut, sedangkan pada screw bisa dipasang atau tidak karena langsung pada komponen.
c. Bolt mempunyai ulir pendek, sedangkan bagian tidak berulir panjang. Scew bagian berulir panjang tanpa bagian tidak berulir sama sekali.
d. Pengencangan bolt dilakukan pada nutnya, sedangkan screw pada kepala screw itu sendiri.
e. Umumnya bolt digunakan bila diperlukan ikatan dengan kekuatan tinggi,sedangkan screw digunakan bila faktor kekuatan tidak merupakan faktor yang diperhitungkan.

17.1 Bolt

Beberapa jenis bolt yang digunakan untuk *assembly aircraft* antara lain:

a. Airframe bolt

Mempunyai type kepala heksagonal dan digunakan untuk airframe struktural, yang terbuat dari bahan-bahan :

- Cadnium plate nickel steel
- Corrosion resistance steel (c)
- 2024 alluminium alloy (DD)

b. Drilled-head Engine Bolt
Bentuk sama dengan airframe bolt, hanya mempunyai kepala lebih tebal dan dibuat berlubang guna pengaman dengan safety wires. Bahan terutama terbuat dari nickel steel.

c. Clevis Bolt

Pada pemakaian bolt untuk control cable mechanizem digunakan type bolt ini, terutama pada beban yang terjadi beban shear saja. Pengencangan dengan screw driver, hampir sama dengan screw hanya saja shank yang berulir pendek dan biasanya menggunakan *self locking nut*.

d. Eye Bolt

Eye bolt digunakan pada control cable mechanizem dengan beban yang terjadi adalah beban tension, ujung bolt ini dapat berlubang untuk pengamanan dengan cotter pin.

17.2 Nut

Beberapa jenis nut yang umum digunakan pada aircraft contruction antara lain :

- **Non Self Locking nut**

Nut ini banyak sekali digunakan, namun untuk menghindari hilangnya fungsi nut dan kemungkinan terlepas akibat getran / fibrasi maka nut ini harus dilengkapi dengan pengaman. Misalnya, cotter pin atau spring type lock waser.

- Self Locking nut
  Nut ini dilengkapi dengan *elastic insert* diatas ulir untuk mencegah kehilangan fungsinya akibat pengaruh getaran, dengan demikian nut ini tidak lagi memerlukan pengaman tambahan.

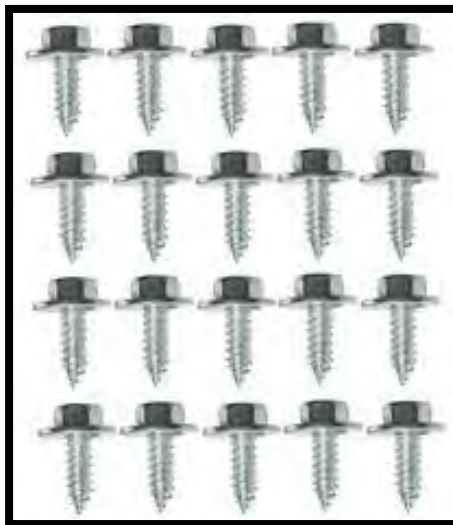
Karena lubang insert lebih kecil dari diameter ulir akan menyulitkan pemasangan bolt, sehingga memerlukan bantuan kunci. Tidak dibenarkan pemakaian tap untuk memperbesar lubang insert sebab akan menghilangkan fungsinya sebagai pengaman.

17.3 Screw

Ada 3 macam penggolongan screw yang digunakan pada aircraft assembly, yaitu:

1. Machine screw

17.4 Struktural screw

17.5 Self Taping Screw

Ketiga jenis screw ini merupakan pengikat komponen-komponen struktural yang tidak terlalu memperhitungkan kekuatan akibat beban, tetapi banyak dipakai untuk bagian-bagian yang berhubungan dengan pengikatan panel-panel dan kelengkapan instrumen lainnya. Pada structural terbatas pada pengikat sementara sebelum di rivet kembali.

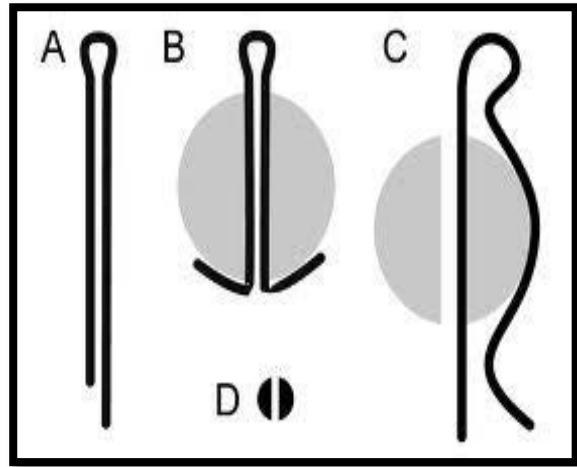
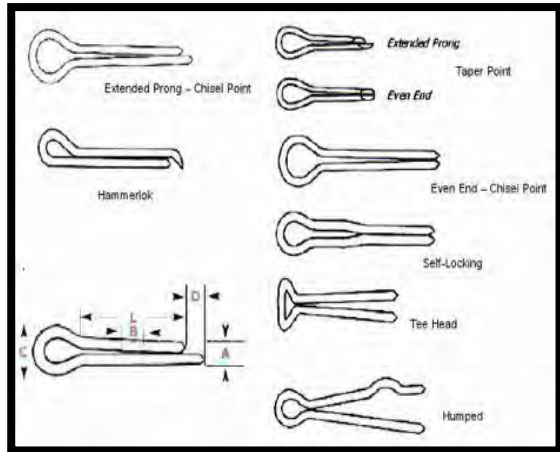
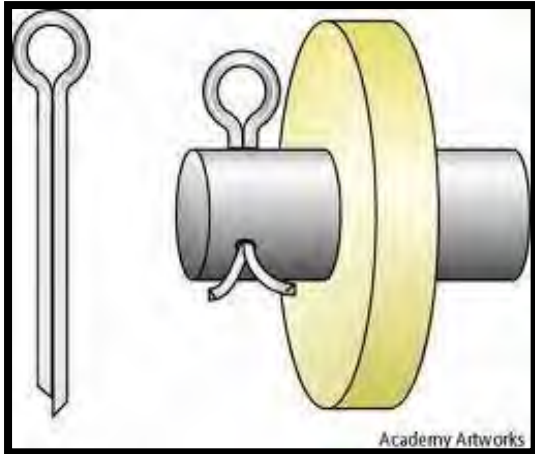
18 Locking of Tread Fastener

Locking of tread fastenar adalah proses pengamanan terhadap bolt, screw dan nut, kecuali dalam hal pemasangan self locking nut. Sehingga tetap berfunsi dari pengaruh yang ditimbulkanoleh getaran. Beberapa jenis pengaman yang lazim dipakai antara lain;

18.1 Check nut

Nut ini digunakan untuk mengganjal sekaligus menahan plain nut yang terpasang pada bolt sehingga tidak mungkin untuk terlepas akibat getaran

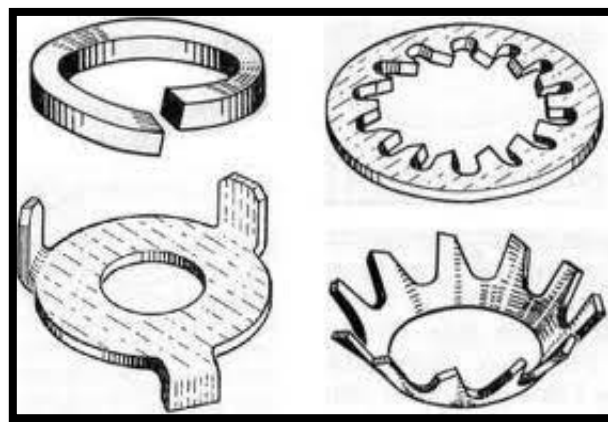
144

18.2 Cotter pin

Dilakukan pada pengamanan castle nut dimana ujung bolt diberi lubang untuk penempatan pengaman cotter pin. Setelah didapatkan pengencangan yang di inginkan maka dicari posisi celah nut yang paling tepat dengan jalan melonggarkan sedikit pengencangan bolt sehingga dapat memasukan cotter pin. Selanjutnya cotter pin dilipat untuk penguncian.

18.3 Lock Washer

Washer disamping menghindarkan gesekan langsung terhadap komponen sewaktu pengencangan treaded fastener, juga dibuat sebagai pengaman ikatan sehingga treaded fastener tidak terlepas. Lock washer ini terdiri dari :

- Spring washer

- Shake proof lock washer

19 Safety Wires

Pengamanan dengan safety wire banyak digunakan antara lain pada drilled bolt, fillister head screw drilled stud (yang terpasang pada castled nut), electrical conector dan turn bukle. Metoda pengerjaan biasanya dengan bentuk single warp method, yakni menggunakan satu kawat atau double warp method dengan menggunakan lilitan dua kawat. Dengan metoda double warp ini paling umum digunakan karena dengan puntiran pada kawat terjadi gaya yang cukup untuk menahan gerak fastener yang akan terbuka akibat getaran. Dari beberapa pengaman diatas maka didapatkanlah pemasangan treaded fastener yang kuat dan aman.

6 TO 8
TWIST PER INCH
1
INCH

20 Tugas 3 : Riveting 1

Mata Pelajaran: Man. And Assy Part RPP No. : Jobsheet No. :	Kls / Sm : Waktu :

Tujuan :
Agar siswa terampil :

11. Menjelaskan tanda-tanda pada gambar kerja yang ada di dokumen kerja (*jobsheet*).
12. Melakukan proses produksi benda kerja pada *jobsheet* sesuai Standar Operational Prosedur (SOP).
13. Mengaplikasikan konstruksi geometris garis singgung pada benda kerja.
14. Membuat sisi acuan
15. Melakukan proses pengeboran berbagai diameter sesuai Standar Operatinal Prosedur (SOP).
16. Membuat penandaan (Kodefikasi/*marking/ lettering*) pada permukaan benda kerja.

KONDISI

Bagan No. : 1286 Lembaran penilaian : 1287	Lembaran Kerja Guru : 1277 G	Lembaran Kerja Siswa : 1277 S

MEDIA PEMBELAJARAN	
	Power point
	Basic Aircraf tool
	Benda Kerja Sampel
	Jobsheet

B A H A N	**PERALATAN**	
- Al 2017 : 130 x 70 x 2,3	Mistar Baja 500	Vernier caliper
	Penggores	Hand drill
	Penitik	Rivet gun
	Kikir Dural 300	Plier
	Kikir halus 200	Cleco fastener
	Palu besi	Bucking bar
	Skrapper	Stamping
	Mistar siku	

GAMBAR KERJA :

10
20
20
20
20
20
20
20
20

7
23
30
30
30
23
150
15
30
30
30
30
7
30
30
60
1
2
Acuan
Al 2017
160 x 700 x 1,2
Catatan:
No.Bag.
Jml
Nama bagian
Bahan
Ukuran
Proyeksi
Skala : 1 : 1
Digambar :
Toleransi :
0,2 mm
Satuan : mm
Kelas :
Tanggal :
Diperiksa :
RiVETING 1
No. 2/3/1/1
A

Langkah Kerja

No.	Tugas	Deskripsi	Ilustrasi	Peralatan
1.	Pemeriksaan bahan	Periksa bahan sesuai spesifikasi dan ukuran yang tertera dalam jobsheet (130 x 70 x 1,2)	130 160	- Mistar baja
2.	Pembuatan sisi Acuan	Buat sebuah sisi acuan pada salah satu sisi yang terpanjang. Sisi acuan acuan harus lurus, datar dan siku terhadap permukaan benda kerja. Pengikiran harus halus dan sisi benda serut dengan scrapper untuk menghilangkan ketajaman	Sisi acuan 130 160	- Kikir plat dural 300 - Kikir plat halus 300 - Mistar siku - Scrapper

3.	Tracing/melukis benda kerja	Tracing benda kerja dengan sisi acuan sebagai patokan. Perhatian : Dalam membuat gambar, gunakan pensil 2B dan jangka pensil. Setelah selesai, gunakan jangka tusuk pada bagian-bagian garis benda yang akan terbuang. Benda kerja tidak boleh ada goresan (cacat)		- Pensil 2B - Mistar baja - Mistar siku - Jangka pensil - Jangka tusuk
4.	Penitikan	Lakukan penitikan pada semua calon pengeboran dengan tepat (presisi). Hati-hati dalam penitikan. Karena penitikan disamping ke-presisian ukuran, juga berfungsi sebagai guide (pengarah) dari pengeboran.		- Penitik - Palu besi
5.	Pengeboran dia. 2,5	Lakukan pengeboran sesuai dengan perencanaan. Jangan lupa untuk men-stel kecepatan bor. (Semakin kecil diameter bor, putaran bor semakin tinggi.) Jangan lupa pakai kaca mata bor.		- Hand drill - Kaca mata bor - Mata bor dia. 2,5
6.	Pengeboran	Bor calon tap dengan		- Hand drill

	dia. 3,2	pengeboran dia. 5,0 kemudian dia.8,8		- Kaca mata bor - Mata bor dia. 3,2 - C-clem
7.	Riveting	Laksanakan penggabungan dengan cleco-fastener dan lakukan periveten dengan menggunakan rivet dia. 3,2		- Rivet gun - Bucking bar - Plier - Cleco fastener -
8.	Inspection	Lakukan pengecekan kesempunaan pekerjaan		- Rivet gauge

11.	Kodefikasi	Lakukan kodefikasi dengan men-stemping kelas dan nomor absen		- Stamping - Palu besi

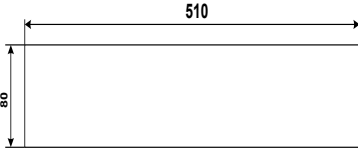
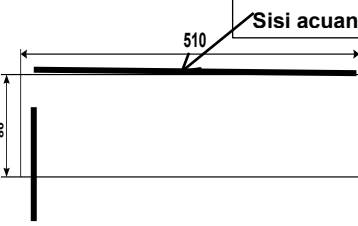
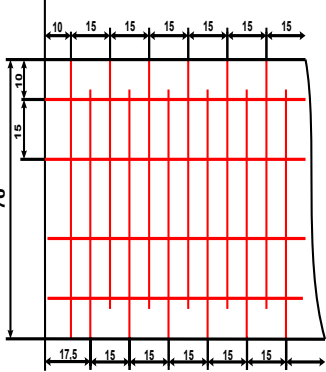
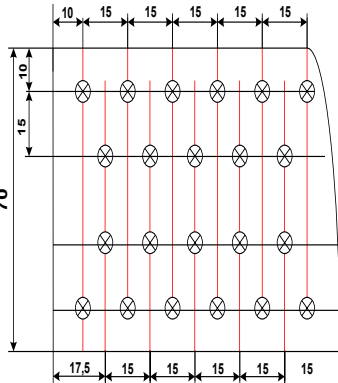
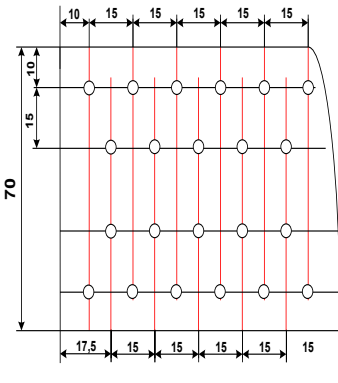
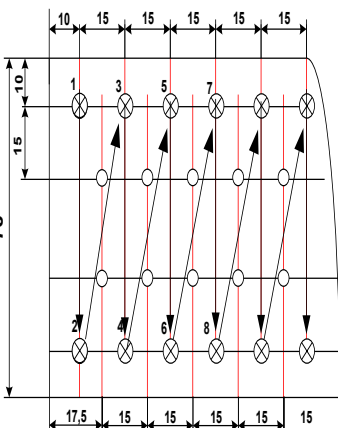
DAFTAR PENILAIAN KINERJA

Satuan Pendidikan
Nama Siswa : ....
N I S : ....
Tingkat / Kelas :

No. Job:
Nama : Riveting 1

NO	KOMPONEN YANG DINILAI	NILAI (MAKS 10)	BOBOT	NILAI TERTIMBANG	KETERANGAN
I	**Urutan &Proses Kerja / *Hard Skill***				
1	Persegi panjang dengan2sisiacuan.				Tiap tahap dilaporkan.
2	Melukis lengkap/ *tracing*.				
3	Penitikan dan pengeboran awal.				
4	Pengeboran lanjutan.				
5	Kesesuaian lobang bor				
6	Kesempurnaan kepala baru rivet				
7	Kesejajaran rivet				
8	Kesempurnaan keseluruhan				
9	Penandaan				
II	**Sikap dalam Bekerja / *Soft Skill***				
1	Penempatan alat kerja				
2	Penempatan dokumen kerja				
3	Penggunaan alat kerja				
4	Keseriusan bekerja				
5	Penerapan Keselamatan Kerja				
Jumlah					
Nilai Akhir					

Catatan :

Nilai tertimbang =(Nilai yang Didapat X Bobot)

Nilai Akhir =(Jumlah Nilai Tertimbang : Jumlah Bobot)

Mata Pelajaran: RPP No. : Jobsheet No. :	Kls / Sm : Waktu :

Tujuan :
Agar siswa terampil :

17. Menjelaskan tanda-tanda pada gambar kerja yang ada di dokumen kerja (*jobsheet*).
18. Melakukan proses produksi benda kerja pada *jobsheet* sesuai Standar Operational Prosedur (SOP).
19. Mengaplikasikan konstruksi geometris garis singgung pada benda kerja.
20. Membuat sisi acuan
21. Melakukan proses pengeboran berbagai diameter sesuai Standar Operatinal Prosedur (SOP).
22. Meluaskan (*reaming*) lubang hasil pengeboran sesuai SOP.
23. Melakukan proses pembuatan ulir dalam sesuai SOP.
24. Melakukan proses pemotongan batas profil sesuai SOP.
25. Melakukan proses pengikiran berbagai bentuk permukaan (datar/rata, cekung/cembung).
26. Membuat penandaan (Kodefikasi/*marking/ lettering*) pada permukaan benda kerja.

KONDISI

Bagan No. : 1286 Lembaran penilaian : 1287	Lembaran Kerja Guru : 1277 G	Lembaran Kerja Siswa : 1277 S

MEDIA PEMBELAJARAN	
	Power point
	Basic Aircraf tool
	Benda Kerja Sampel
	Jobsheet

B A H A N

- Al 2017 : 510 x 80 x 1.2

PERALATAN

Mistar Baja 500	Vernier caliper
Penggores	Hand drill
Penitik	Rivet gun
Kikir Dural 300	Plier
Kikir halus 200	Cleco fastener
Palu besi	Bucking bar
Skrapper	Stamping
Mistar siku	

GAMBAR KERJA :

No.Bag.	Jml	Nama bagian	Bahan	Ukuran	
3	2	U profil	Al 2017	80 x 510 x 1,2	
2	2	Sisi kanan	Al 2017	80 x 510 x 1,2	
1	2	Sisi kiri	Al 2017	80 x 510 x 1,2	Catatan:
Proyeksi		Skala : 1 : 1	Digambar :		Toleransi : 0,2 mm
		Satuan : mm	Kelas :		
		Tanggal :	Diperiksa :		
		RIVETING 2		/1/1	A4

Langkah Kerja

No.	Tugas	Deskripsi	Ilustrasi	Peralatan
1.	Pemeriksaan bahan	Periksa bahan sesuai spesifikasi dan ukuran yang tertera dalam jobsheet 80 x 510 x 1,2 x 6 pcs	510 80	- Mistar baja
2.	Pembuatan sisi Acuan	Buat sebuah sisi acuan pada salah satu sisi yang terpanjang. Sisi acuan acuan harus lurus, datar dan siku terhadap permukaan benda kerja. Pengikiran harus halus dan sisi benda serut dengan scrapper untuk menghilangkan ketajaman	Sisi acuan 510 80	- Kikir plat dural 300 - Kikir plat halus 300 - Mistar siku - Scrapper
3.	Tracing/melukis benda kerja	Tracing benda kerja dengan sisi acuan sebagai patokan. Perhatian : Dalam membuat gambar, gunakan pensil 2B dan jangka pensil. Setelah selesai, gunakan jangka tusuk pada bagian-bagian garis benda yang akan terbuang. Benda kerja tidak boleh ada goresan (cacat)	10 15 15 15 15 15 15 10 15 70 17,5 15 15 15 15 15	- Pensil 2B - Mistar baja - Mistar siku - Jangka pensil - Jangka tusuk

4.	Penitikan	Lakukan penitikan pada semua calon pengeboran dengan tepat (presisi). Hati-hati dalam penitikan. Karena penitikan disamping ke-presisian ukuran, juga berfungsi sebagai guide (pengarah) dari pengeboran.		- Penitik - Palu besi
5.	Pengeboran dia. 3,2	Lakukan pengeboran sesuai dengan perencanaan. Jangan lupa untuk men-stel kecepatan bor. (Semakin kecil diameter bor, putaran bor semakin tinggi.) Jangan lupa pakai kaca mata bor. Benda yang sama boleh digabung. Lakukan pengeboran awal dengan bor dia.2,5 mm		- Bor bangku - Kaca mata bor - Mata bor dia. 3,0
6.	Rivet tahap 1	Rivet sisi kanan dan kiri sepert gambar dengan rivet G dia. 3 part 1 dan part 2		- Bor bangku - Kaca mata bor - Mata bor dia. 5,0 - Mata bor dia. 8,8 - Sengkang tap - Tap M.10

7.	Pembentukan profil benda 3	Tahap1: Tracing benda 3 spt gbr		-
		Tahap 2: Lakukan penitikan pada setiap calon lubang dengan teliti dan lanjutkan dengan pengeboran awal diameter 2,5mm, lanjutkan denga bor dia. 3,2mm		- Hand drill - Kaca mata bor - Mata bor dia. 2,5 – 3,2
		Tahap 3: Lakukan pembentukan profil U (2 pcs)		- Alat gbr - Alat ukur - Mesin tekuk

		Tahap 4: Penggabungan part 1 dan 2 benda 3		- Hand drill - Rivet gun - Bucking bar - Plier - Cleco vastener - Rivet dia. 3,2
8.	Merakit (Assy) part1,2 dan 3	Lakukan penggabungan part 1,2 dan 3 dengan menggunakan rivet F diameter 3 mm		- Hand drill - Rivet gun - Bucking bar - Plier - Cleco vastener - Rivet dia. 3,2
9.	Kodefikasi	Lakukan penomoran benda sesuai dengan kelas dan nomor absen		- Stamping - Palu besi

DAFTAR PENILAIAN KINERJA

Satuan Pendidikan :
Nama Siswa : ....
N I S : ....
Tingkat / Kelas :

No. Job:
Nama :

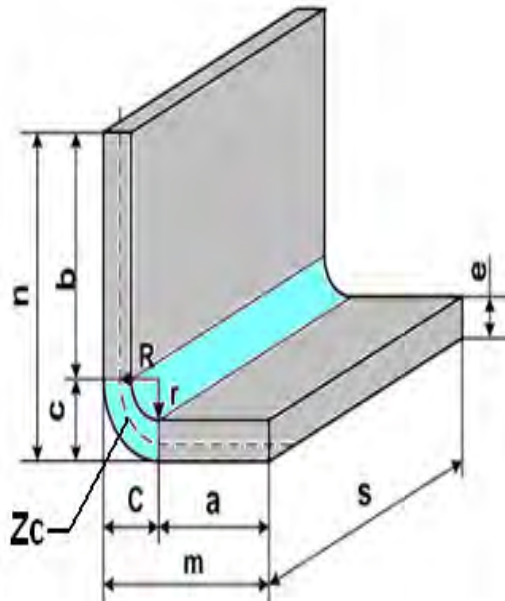
NO	KOMPONEN YANG DINILAI	NILAI (MAKS 10)	BOBOT	NILAI TERTIMBANG	KETERANGAN
I	**Urutan &Proses Kerja / *Hard Skill***				
1	Ukuran benda kerja				
2	Penekukan				
3	Pengeboran				
4	Ukuran kepala baru rivet				
5	Kesejajaran kepala baru rivet				
6	Kesempurnaan pekerjaan				
II	**Sikap dalam Bekerja / *Soft Skill***				
1	Penempatan alat kerja				
2	Penempatan dokumen kerja				
3	Penggunaan alat kerja				
4	Keseriusan bekerja				
5	Penerapan Keselamatan Kerja				
Jumlah					
Nilai Akhir					

Catatan :
Nilai tertimbang =(Nilai yang Didapat X Bobot)
Nilai Akhir =(Jumlah Nilai Tertimbang : Jumlah Bobot)

22 METODA BENDINGAN

22.1 Pengertian

Bending merupakan bagian dari pembentukan logam merupakan proses yang dilakukan dengan cara memberikan perubahan bentuk pada benda kerja. Perubahan bentuk ini dapat dilakukan dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis sesuai dengan perencanaan. Aplikasi pembentukan logam ini dapat dilihat pada beberapa contohnya seperti pengerolan (*rolling*), pembengkokan (*bending*), tempa (*forging),* ekstrusi (*Extruding*), penarikan kawat (*wire drawing*), penarikan dalam (*deep drawing*), dan lain-lain.

18.2 Teori Dasar

Proses Bending adalah proses pembengkokan atau penekukan. Proses bending Plat adalah proses penekukan plat dengan alat bending baik manual maupun dengan menggunakan Mesin Bending. Material plat bisa dibending dengan menggunakan pisau bending dan dies. Ketika membentuk tekukan plat, ketebalan material, komposisi paduan, serta kondisi kekerasan harus diperhitungkan. Secara umum, semakin tipis material, semakin bisa ditekuk dengan radius minimum (semakin kecil radius tekukan), dan semakin lunak material, semakin tajam sudut yang bisa dibentuk(kecil).
Bending dapat kita lakukan baik secara manual dengan mesin bending, juga bisa menggunakan bending set.

Dalam melakukan praktik kerja kita harus mengetahui urutan langkah-langkah kerja sesuai dengan jobsheet, sebagai berikut antara lain:
1. Pembuatan Gambar kerja
2. Melakukan pemotongan pelat
3. Menghitung besarnya Bending (penekukan)
4. Melakukan Penekukan
5. Assembling
6. Finished Work (Stamping, merapikan dari ketajaman)

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan ketika membuat tekukan plat datar adalah besar radius tekukan, pengkerutan, dan pemuaian material. Jari-jari tekukan plat datar yang diukur adalah pada bagian dalam dari bahan penekukan. Radius minimum tekukan plat datar adalah berbentuk lengkungan (jari-jari), atau radius sesuai dengan ketentuan supaya tidak melemahkan logam di tekuk. Kalau radius tekukan terlalu kecil dari ketentuan, akan melemahkan logam tersebut.

Hal-hal yang perlu juga diperhatikan sebelum proses bending adalah:
1. Material yang dibending harus mampu bending
2. Tebal Material yang dibending masih dalam kapasitas alat bending.

3. Pemilihan V dies yang digunakan harus tepat
4. Profil bendingan bisa diproses dengan peralatan yang ada atau tidak.

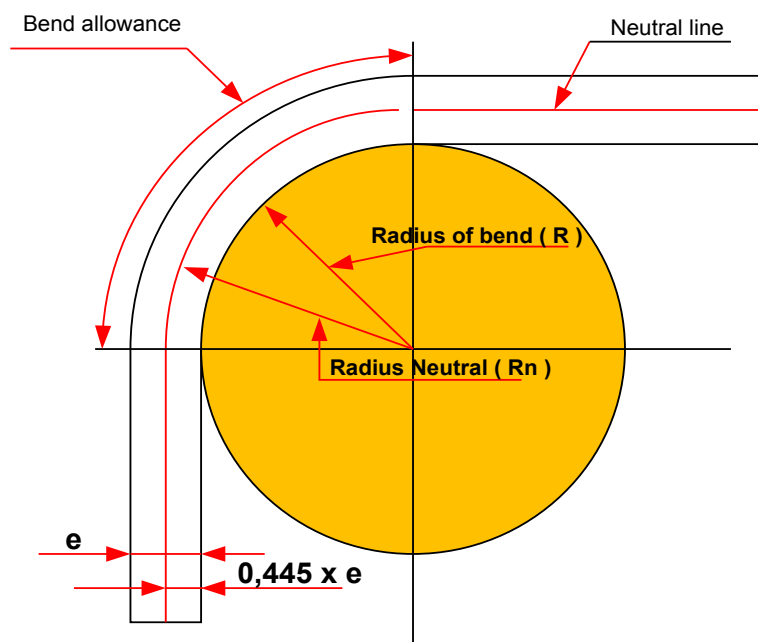
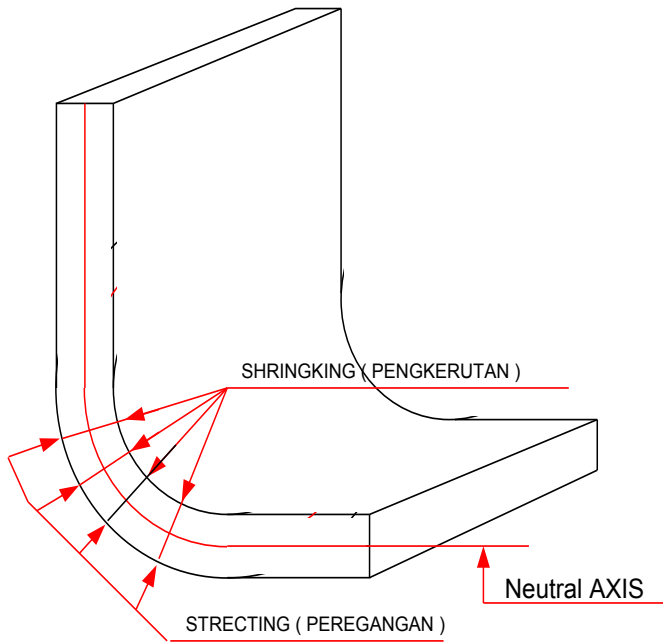
Sebuah radius minimum tekukan mempunyai ketentuan untuk material pesawat terbang. Jenis bahan, ketebalan, dan kondisi kekerasan lembaran material adalah faktor yang mempengaruhi itu. Bahan yang lunak dapat ditekuk dengan radius kurang lebih sama dengan ketebalannya. Stainless steel dan 2024-T aluminium alloy memerlukan radius tekukan yang cukup besar. Karena mempunyai kekerasan yang cuku keras. (lihat gbr. 5-28)

a. Daerah tekukan

Ketika membuat sebuah tekukan atau lipatan pada lembaran logam, daerah bengkokan/tekukan harus dihitung. Tunjangan Daerah bengkokan adalah panjang material yang dibutuhkan untuk tekukan.

Penekukan / bengkokan tergantung pada empat faktor:
1. Sudut bengkokan / tekukan
2. Jari-jari bengkokan / tekukan
3. Ketebalan material
4. Jenis logam yang digunakan

Jari-jari tekukan umumnya sebanding dengan ketebalan material. Pada prinsipnya, semakin kecil radius bengkokan, semakin kurang materi yang akan dibutuhkan untuk daerah bengkokan. Jenis material juga penting. Jika material yang lunak itu bisa membuat penekukan sangat tajam, tetapi jika material keras, jari-jari harus lebih besar. Sudut tekukan akan mempengaruhi panjang keseluruhan dari logam, sedangkan ketebalan mempengaruhi radius tekukan.

Untuk memudahkan dan sesuai dengan keteknikan, tekukan dinamakan bendingan (Bending).

Akibat dari proses pelaksanaan bendingan akan terjadi dibagian dalam bendingan akan mengkerut, sedangkan bagian luarnya meregang (memanjang).

Sesuai dengan penelitian, radius netral dari daerah bengkokan sama dengan 0,445 kali ketebalan material logam. Atau (0.445 x T) dari jari-jari tekukan (Rn).

b. Menghitung Panjang Bentangan (Developed Width)

Menghitung panjang bentangan dapat diartikan sebagai menjumlahkan daerah yang tidak kena proses (L1 dan L2) dengan daerah yang kena proses.
Daerah kena proses adalah daerah yang disebut *band allowance* (BA), ada juga yang menyebut (Perancis) *zone cambrage* (ZC).

Menghitung *band allowance* (BA), dipakai dasar perhitungannya dari menghitung keliling sebuah lingkaran = πr^2. Sedangkan r yang dipakai adalah Rn.

1. Menghitung Panjang Bentangan Tunggal dengan sudut 90º

L1 : adalah daerah yang tidak kena proses ke-1

L2 : adalah daerah yang tidak kena proses ke-2

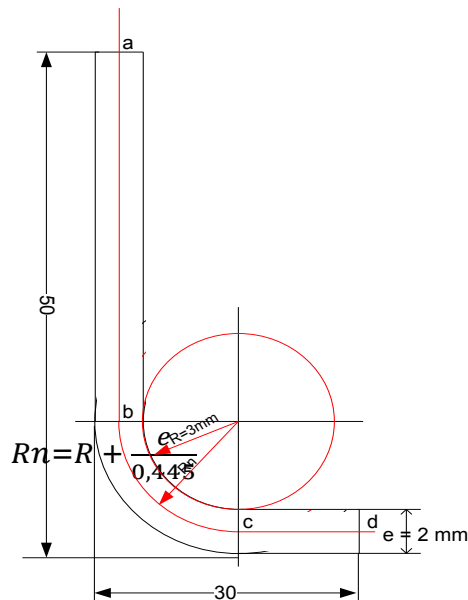
BA : adalah daerah yang kena proses

Jadi panjang bahan yang harus disediakan atau bentangannya adalah,
L = L1 + BA + L2

L1 = T1 – (R + e)
L2 = T2 – (R + e)

Dengan cara lain, bisa juga dipakai, L = ab + bc + cd, sedangkan bc adalah Band Alloance.

2. Mencari Band Alowance dengan sudut bendingan 90º

$$Rn = R + \frac{e}{0{,}445}$$

Sudut bendingan 90º, berarti lingkaran yang terpakai adalah ¼ lingkaran. Jadi kita dapat band aloance (BA)nya:

$$BA = \frac{2\pi Rn}{4}$$

Disederhanakan menjadi :

BA = 1,57 x Rn

Bendingan plat dengan sudut 90º

Contoh soal.

Sebuah plat logam Aluminium di bending seperti gambar,
T-1 = 50 mm,
T-2 = 30 mm,
tebal plat (e) = 2 mm,
Radius bending = 3 mm.
Carilah:

a. Rn
b. BA
c. Panjang keseluruha (bentangannya), L = ?

Jawab :

Cara 1.

$L2 = T2 - (R + e$
$= 30 - (3 + 2)$
$= 25$ mm

$L1 = T1 - (R + e)$
$= 50 - (3 + 2$
$= 45$ mm

$Rn = R + 0{,}445\ e$
$= 3 + (0{,}445 \times 2)$
$= 3 + 0{,}89$
$= 3{,}89$ mm

$BA = 1{,}57 \times Rn$
$= 1{,}57 \times 3{,}89$
$= 6{,}0445$ mm

$L = L1 + BA + L2$
$= 45 + 6{,}0445 + 25$
$= 76{,}445$ mm

Cara 2 .

$bc = 1{,}57 \times Rn$
$= 1{,}57 \times 3{,}89$
$= 6{,}0445$ mm

$ab = T1 - (R + e)$
$= 50 - (3 + 2$
$= 45$ mm

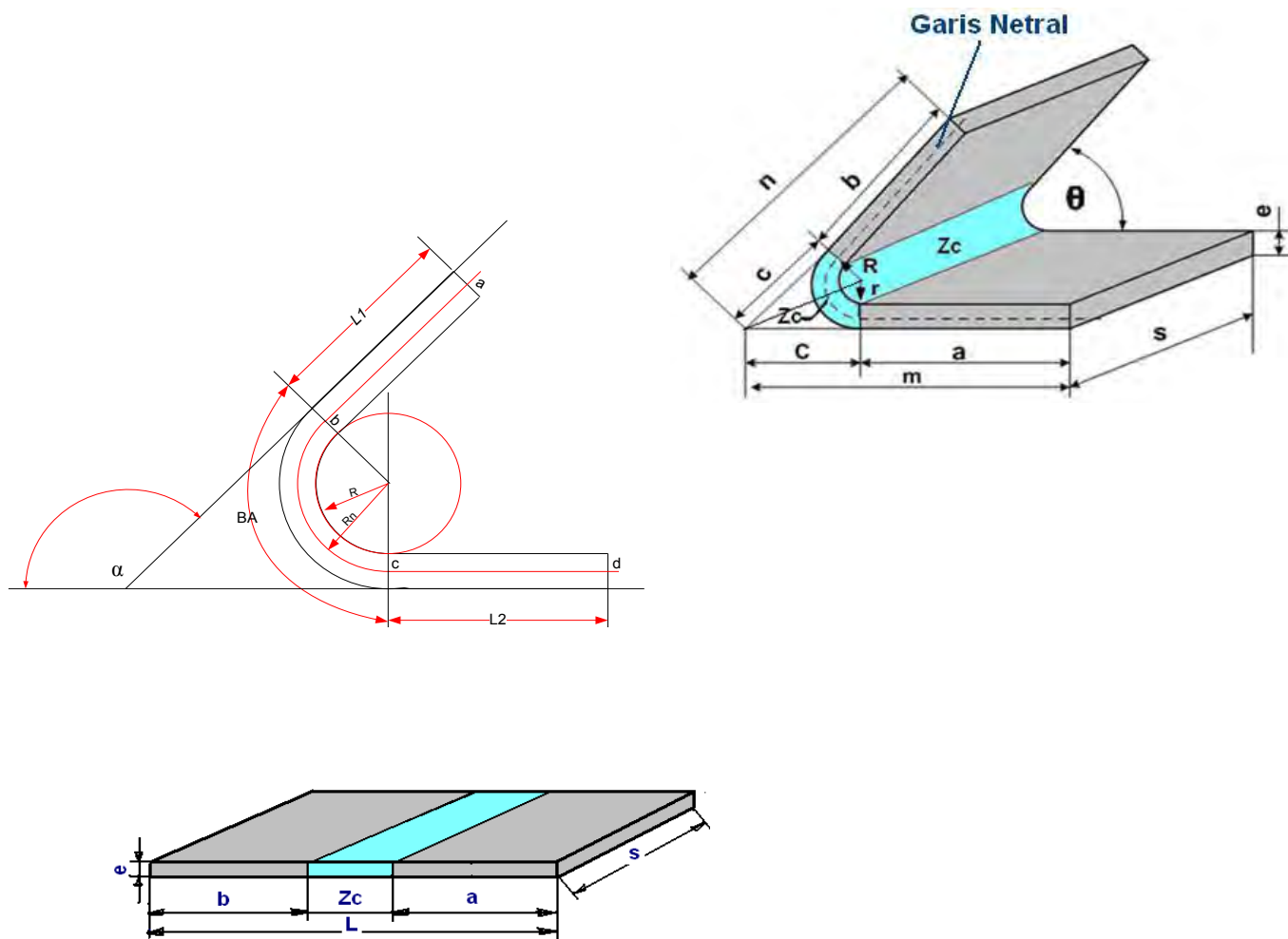
$cd = T2 - (R + e)$
$= 30 - (3 + 2)$
$= 25$ mm

$Rn = R + 0{,}445\ e$
$= 3 + (0{,}445 \times 2)$
$= 3 + 0{,}89$
$= 3{,}89$ mm

$L = ab + bc + cd$
$= 45 + 6{,}0445 + 25$
$= 76{,}445$ mm

3. Mencari Band Alowance dengan sudut bendingan α

Untuk mencari Band Alowance dengan sudut bendingan α, kita memakai rumus matematik dengan menghitung busur lingkaran :

$$BA = \frac{\alpha}{360} 2\,\pi.\,\mathrm{Rn}$$

Gambar diatas menunjukan bendingan plat dengan sudut α**,** radius dalam **R**, Radius netral **Rn** , tebal plat **e** (efiser), Yang tidak kena proses **L1**atau (ab) dan **L2** atau (cd) , dan yang kena proses adalah **BA** (Band Alloance) atau (bc).

Dengan memperhatikan gambar diatas, dapat ditentukan panjangan bentangan plat sebagai berikut:

$$L = L1 + \frac{\alpha}{360} 2\,\pi.\, Rn + L2$$

Catatan :

Rn harus diperhatikan ketebalan plat yang akan di bending. Ketentuannya:

1. **Jika R ≥ 3 e** ⟹ Rn = R + $(\frac{e}{2})$
2. **Jika R ≤ 3 e** ⟹ Rn = R + $(\frac{e}{3})$

Panjang Garis Tangen (c)

Garis tangen adalah garis singgung yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$C = \frac{(r + e)}{Tg.\theta/2}$$

Untuk Sudut Bengkokan 90°, maka :

$$c = \frac{(r + e)}{Tg.90°/2}$$

$$c = \frac{(r + e)}{Tg.45°}$$

$$= \frac{(r + e)}{1}$$

$$c = (r + e)$$

Different Ligne Theoritique (DLT)

Perhatikan pada daerah bengkokan.

Pada daerah ini ada 2 jenis garis penting karena garis ini biasa dipakai dalam perhitungan.

Kedua garis tersebut adalah:

Sebuah garis busur netral (Zc)

Dua buah garis tangen (2c)

Perbedaan panjang kedua jenis garis tersebut disebut “Different Ligne Theoritique” (DLT)

$$DLT = 2C - Zc$$

Untuk bengkokan dengan sudut lancip atau tumpul :

$$DLT = 2\frac{(r + e)}{Tg.\theta/2} - Zc$$

Untuk bengkokan dengan sudut 90° :

$$DLT = 2(r + e) - Zc$$

Panjang Bukaan(L)

Panjang bukaan adalah ukuran benda sebelum dibengkok.

Panjang bukaan dihitung sebagai berikut :

L = a + b + Zc

a = m – c dan b = n – c

L = m-c+n-c+Zc

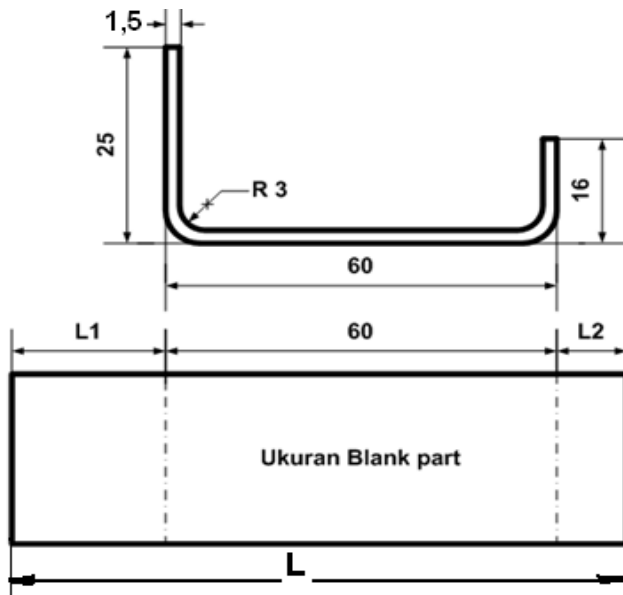
= m+n-2c+Zc

= m+n-(2c-Zc)

= m+n-DLT

$$L = (m+n) - DLT$$

Contoh Soal :

Hitunglah ukuran bukaan benda seperti pada gambar di bawah.

Dengan cara yang profesional kita tidak perlu menghitung harga sisi-sisi lurus luar atau dalam, cukup menghitung harga Zc dan DLT saja
Seperti terlihat pada gambar, maka ukuran bukaan yaitu:

Dimana harga L1 dan L2 adalah sebagai berikut :

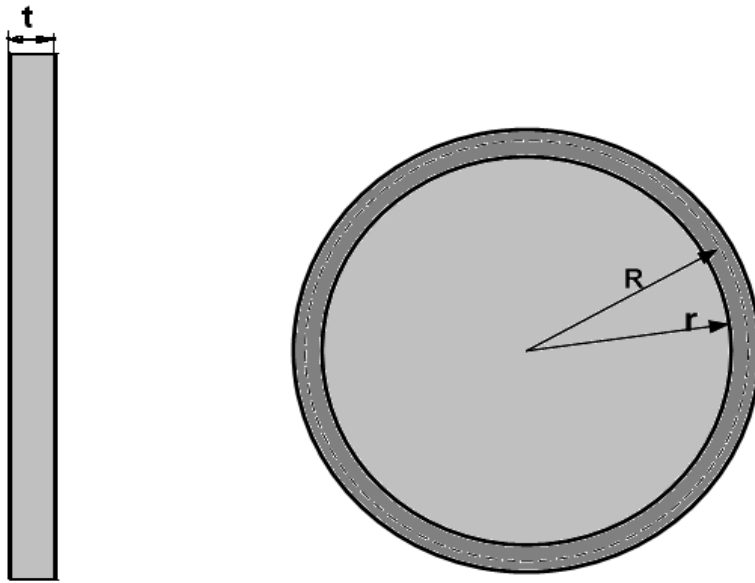
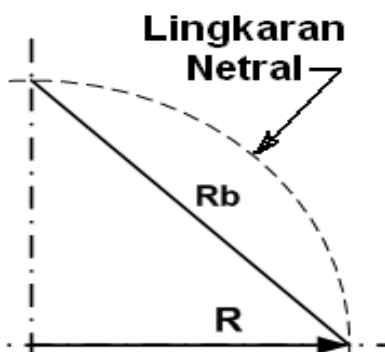
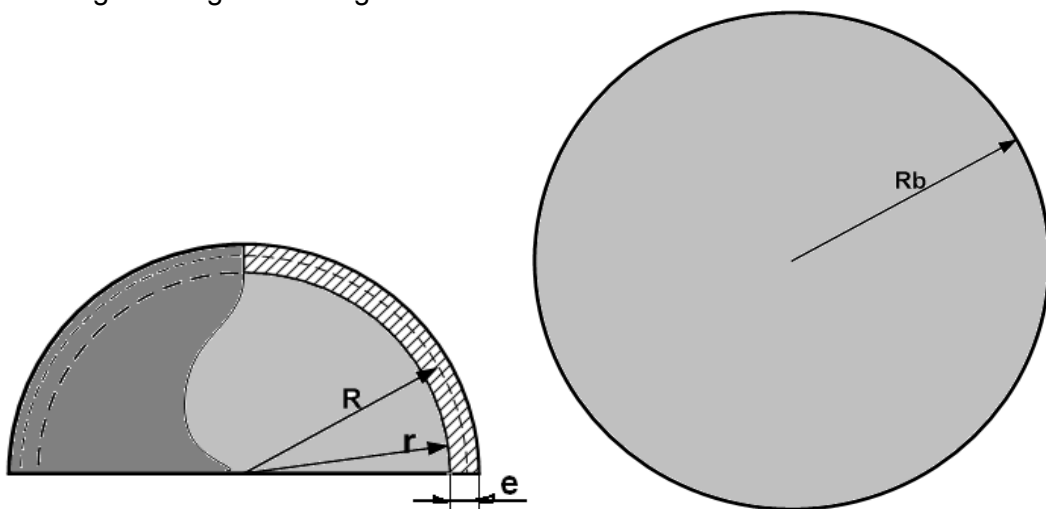
L1 = panjang sisi jatuhnya dikurangi DLT
= 25 – DLT

-L2 = panjang sisi jatuhnya dikurangi DLT
= 16 – DLT

Zc = 1,57 R ; dimana
R = r + e/3 = 3 + 1,5/3 = 3,5 mm
Zc = 1,57 x 3,5mm = 5,495mm = 5,5 mm
c = r + e = 3 + 1,5 = 4,5 mm

DLT = 2C – Zc = 9 – 5,5 = 3,5 mm
L1 = 25 – 3,5 = 21,5 mm
L2 = 16 – 3,5 = 12,5 mm

Panjang bukaan: L = 21,5 + 60 + 12,5 = 94 m
Mangkok setengah bola

Keterangan gambar :
r = jari- jari bagian dalam
R = jari- jari lapisan netral
Rb = jari- jari bentangan
t = tebal bahan plat
E = tebal plat setelah jadi mangkok
A = prosentase pengembangan plat

Bentangan Mangkok Setengah Bola :

Dalam perhitungan dipakai radius pada lapisan plat yang tidak mengalami deformasi yaitu pada lapisan netral.

Besar radius lapisan netral :

$R = r + e/2$

Besar tali busur lingkaran netral

$Rb = R\sqrt{2}$

$= 1{,}414\ R$

$= 1{,}414\ (r + e/2)$

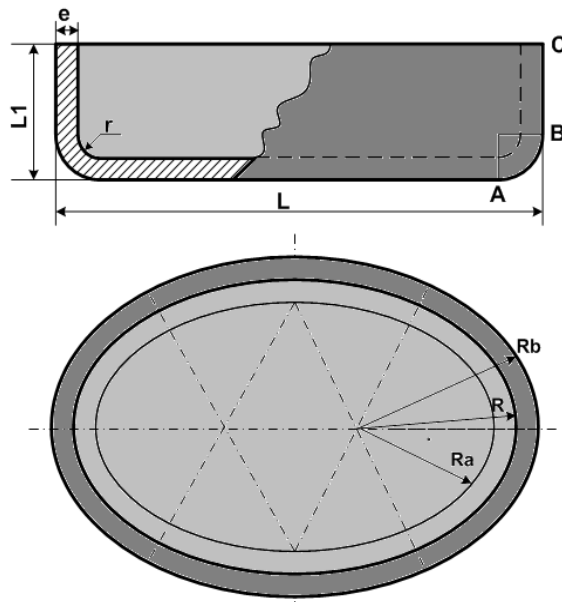
$$Rb = 1{,}414\left(r + \frac{e}{2}\right)$$

Dengan radius bentangan sebesar Rb, prosentase pengambangan plat dihitung sebagai berikut:

$$A = \frac{Rb - r}{r} \times 100\ \%$$

Tebal material mangkok menjadi:

$$e = t - t \cdot A$$

Mangkok Ellipe

e = tebal plat mangkok

R = Radius ujung ellip dinding mangkok

Ra= radius ujung ellip alas mangkok

Rb= radius bentangan ujung ellip pada daerah B

RC= radius bentangan ujung ellip pada daerah C

ZC= zone cambrage (panjang bentangan A ke B)
L = diameter besar ellip sisi luar
L1= panjang sisi jatuh

Perhitungan bentangan:

Dapat diperkirakan bahwa bentangan mangkok ellip juga berbentuk ellip.
Dalam proses pembuatan mengkok ellip, bahan plat yang tidak mengalami deformasi adalah bagian alas mangkok.
Alas mangkok berbentuk ellip inilah yang mendasari / mengarahkan pada saat penekukan plat sehingga mangkok dapat berbentuk ellip.
Oleh karena itu bentangan mangkok ellip dibuat dengan garis patokan bentuk ellip alas mangkok. Untuk menggambar ellip alas mangkok lebih dahulu harus menghitung radius ujung ellip (Ra)

Panjang Ra dihitung sebagai berikut :

$$Ra = \frac{L-2\,(r+e)}{3}$$

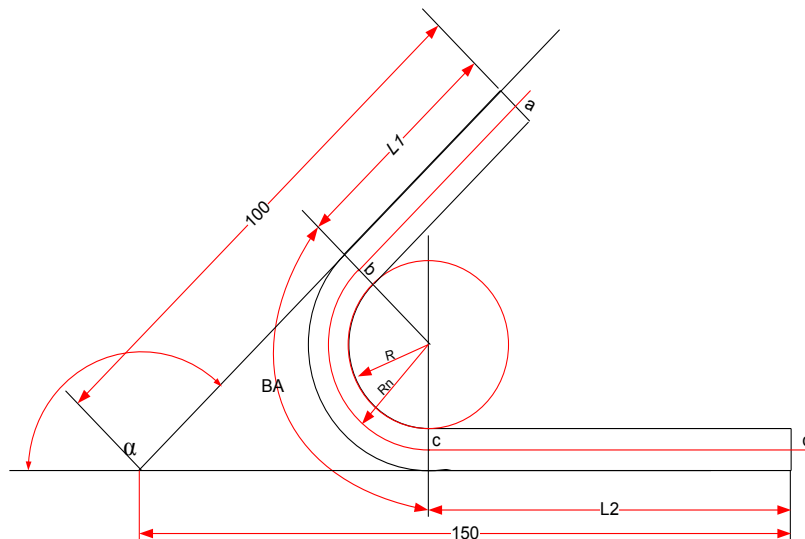
Panjang BC = L1 – (r + e)

Untuk sudut dinding mangkok 90°, panjang AB sebesar zone cambrage yaitu ;

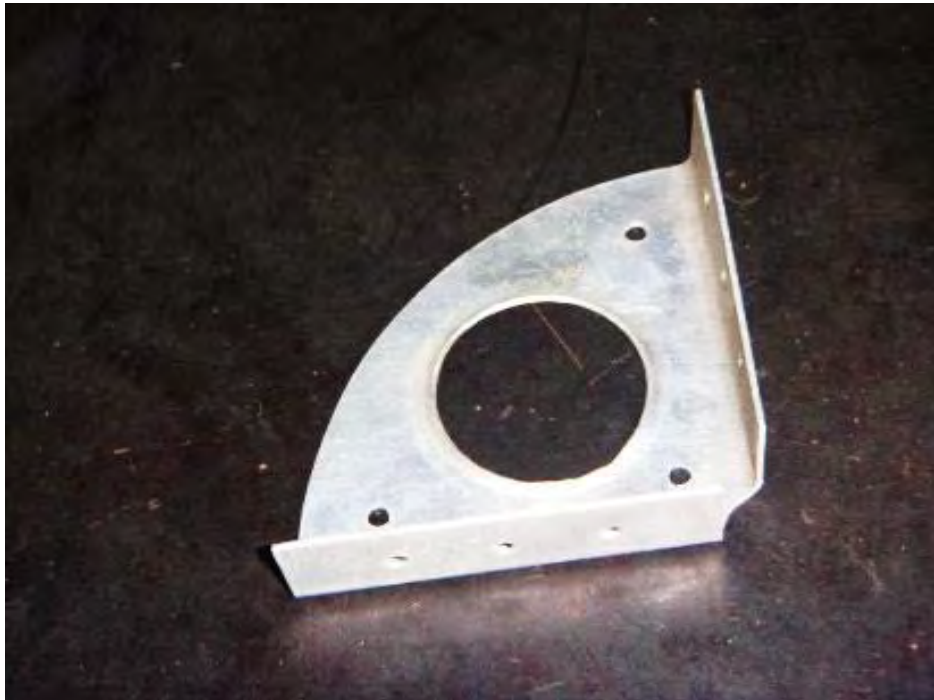
$$Zc = 1{,}57\ (r + \frac{e}{2})$$

Jadi radius bentangan ujung ellip pada daerah B :

$$Rb = Ra + Zc + BC$$

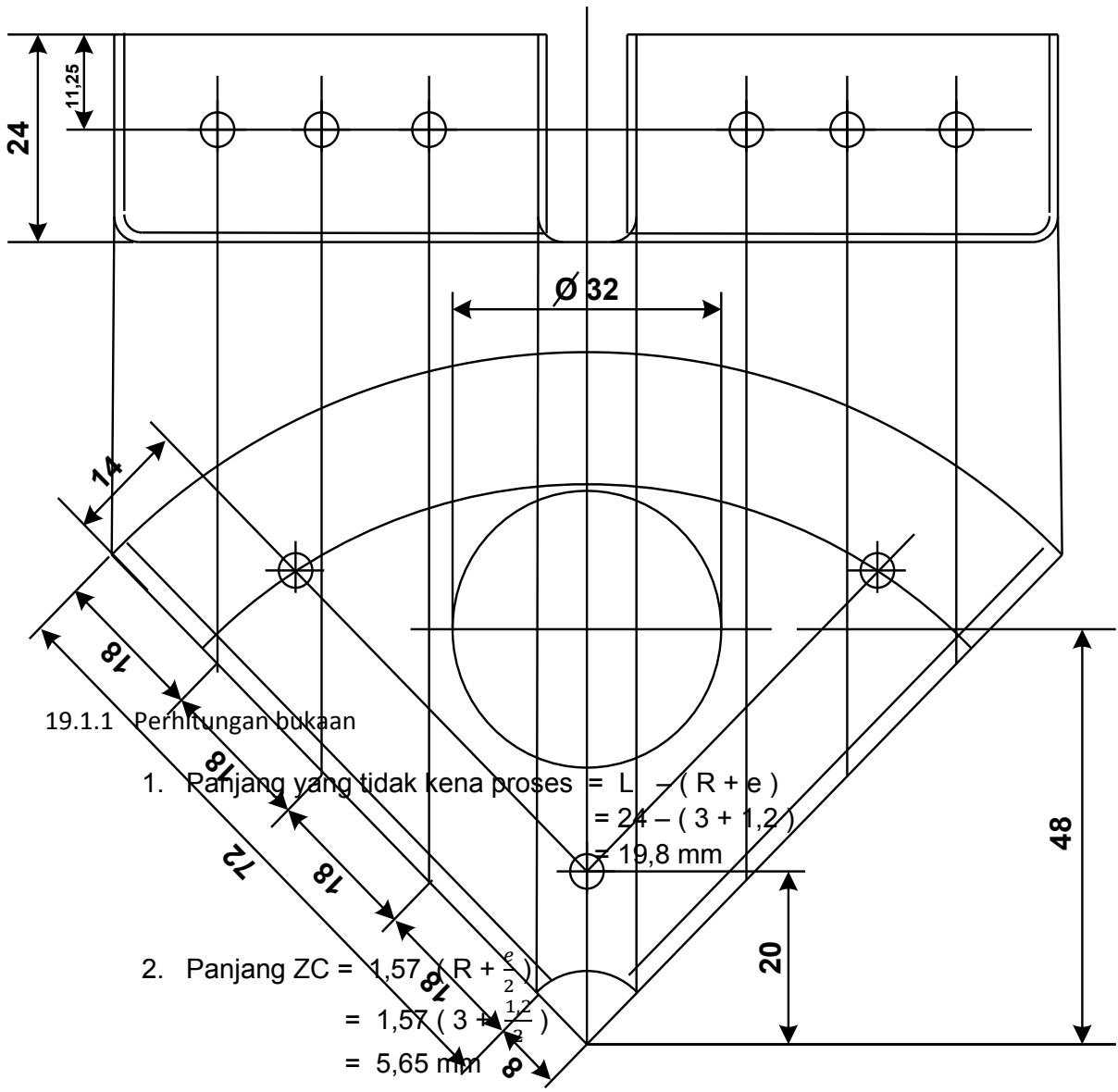
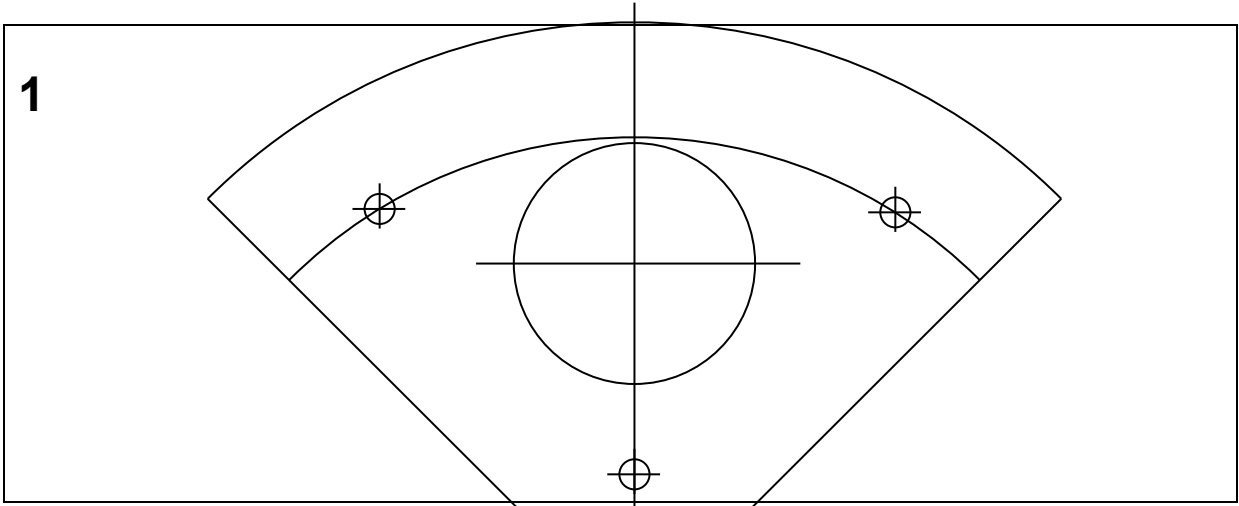
Tugas 1. Hitung panjang bentangan dari gambar dibawah.

23 Bending ¼ putaran

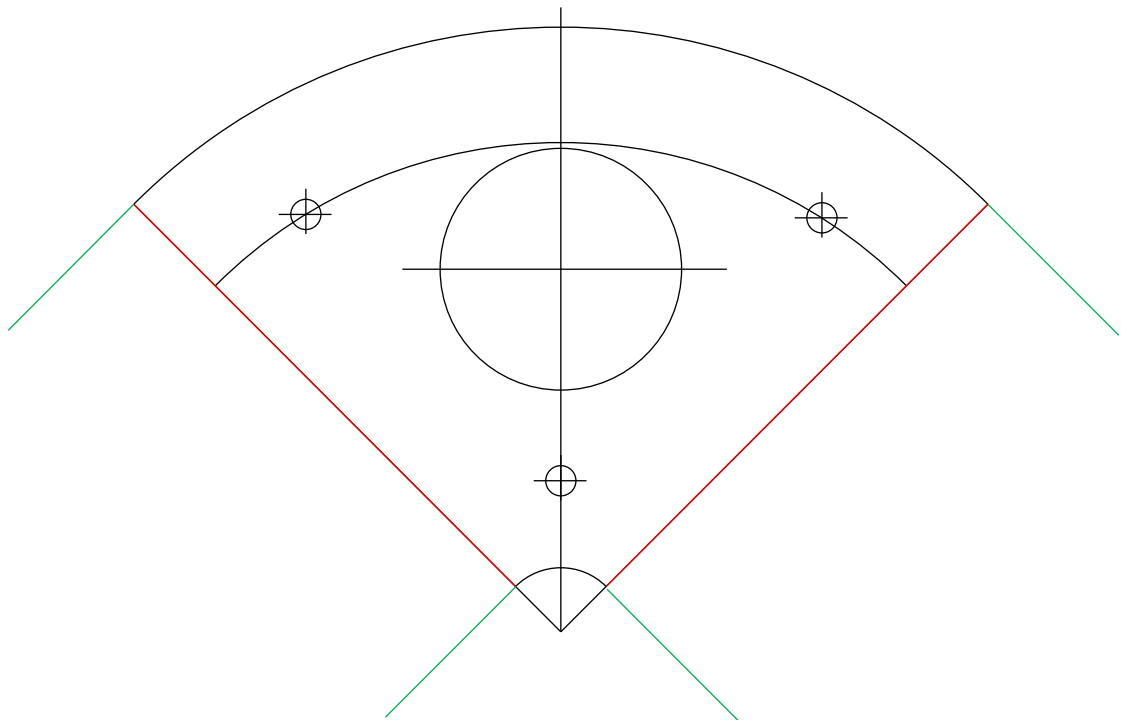
Untuk mengaplikasikan teknik bendingan 90^0, dilaksanakan membuat bentangan / bukaan pada gambar kerja bendngan ¼ lingkaran. Pembuatan pekerjaan ini diperkaya dengan mencantumkan perencanaan pekerjaan pengeboran dan *hole saw*.

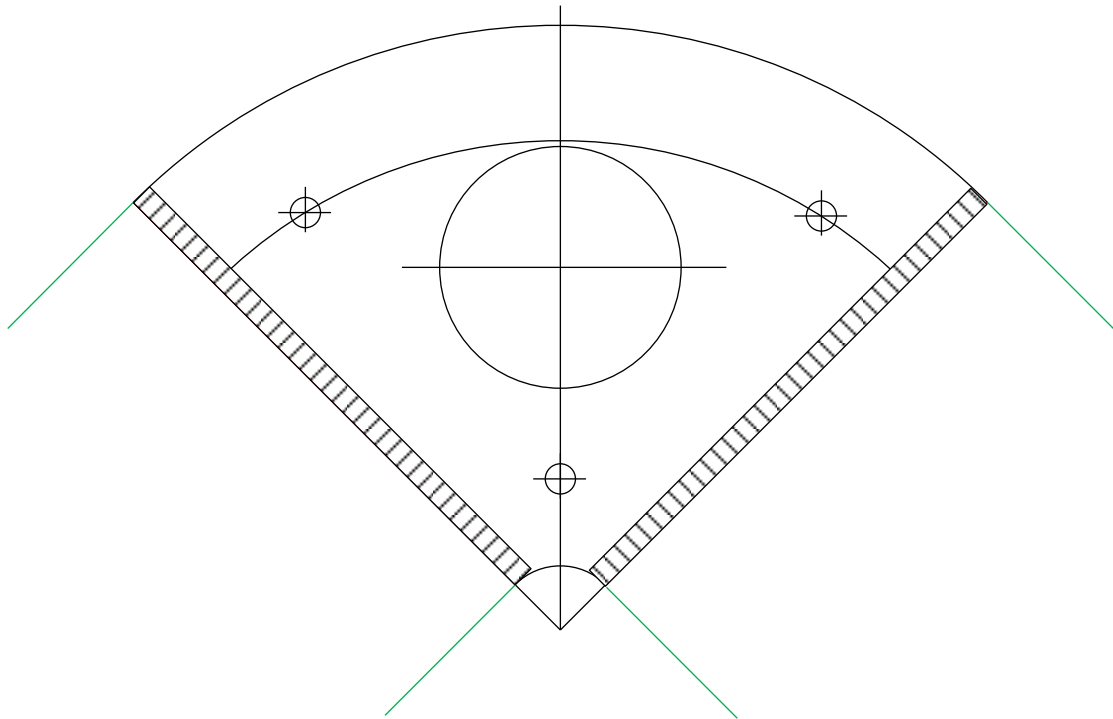
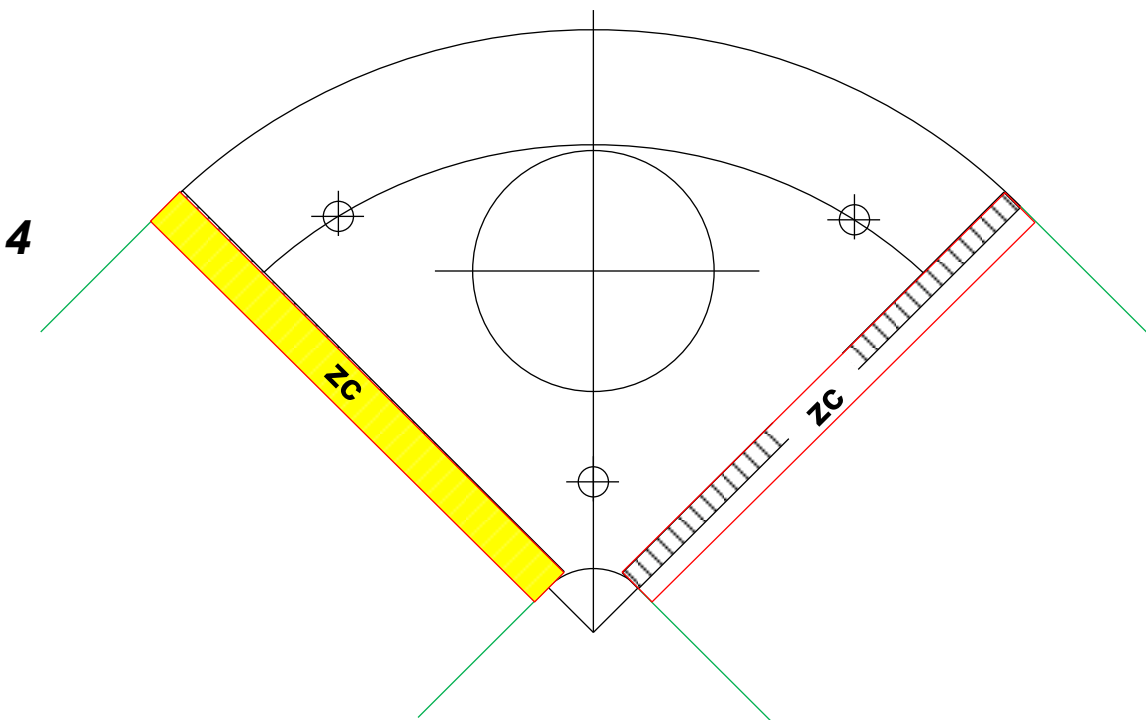
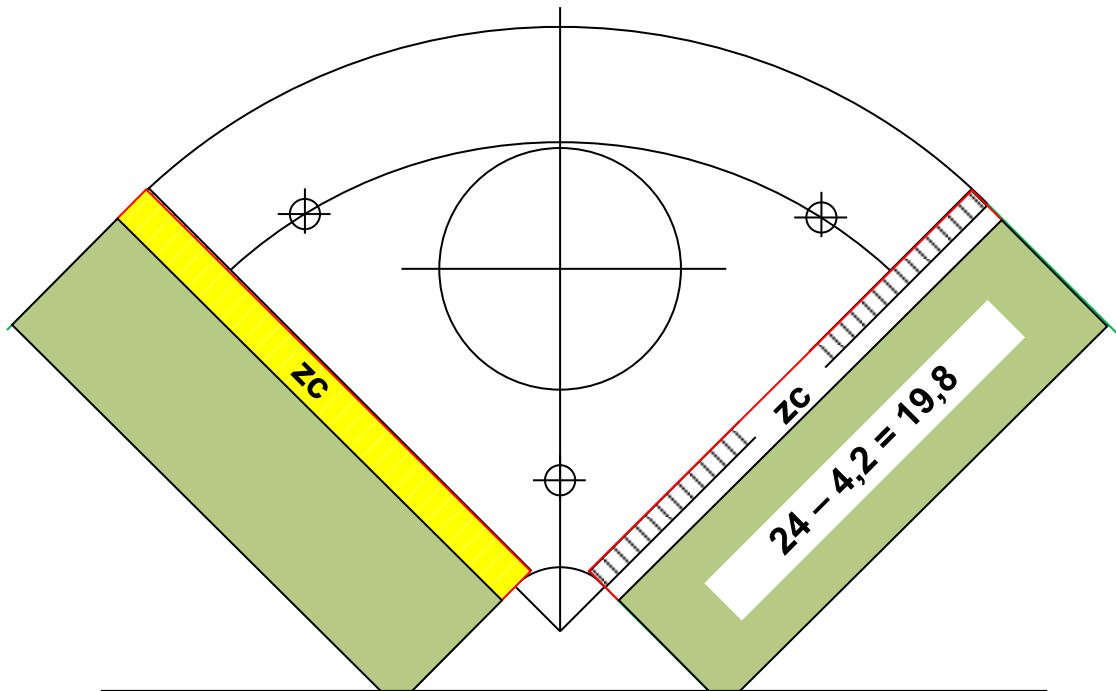
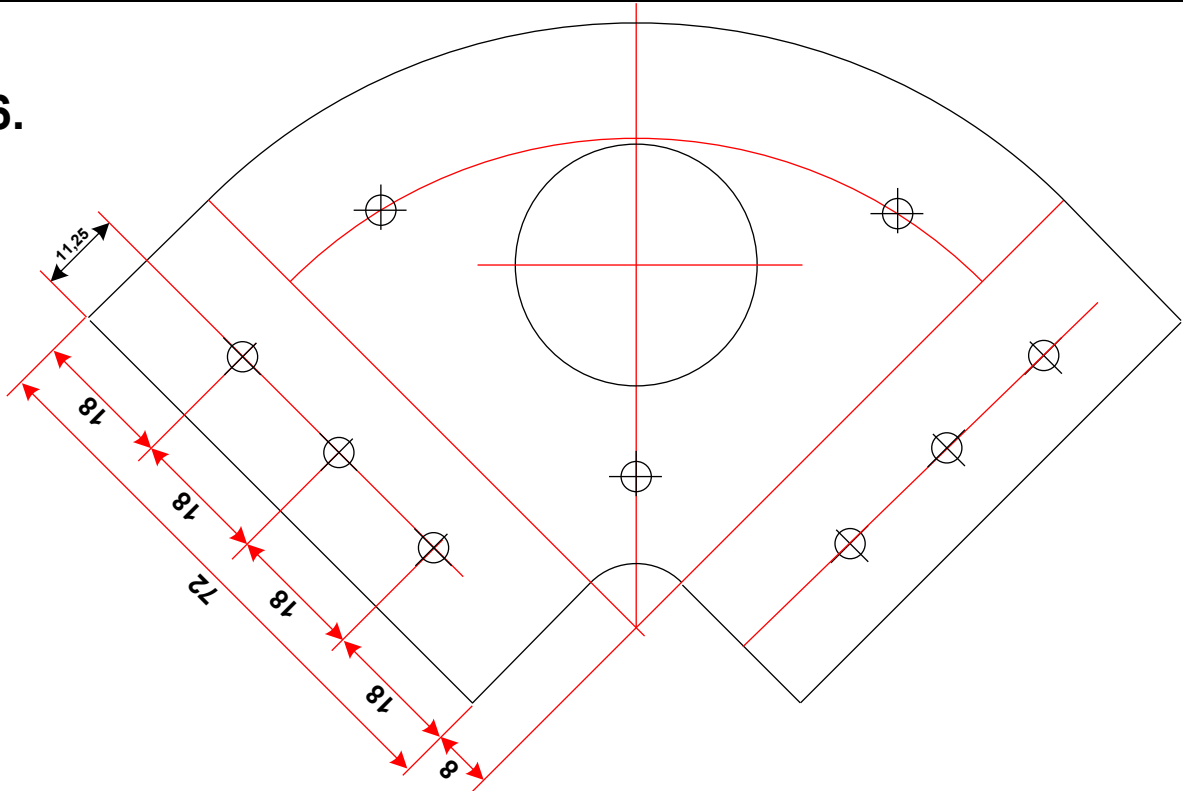
Rancangan perencanaan gambar job ini menggunakan bahan Aluminium paduan 5086, dengan radius bendingan 3 mm.

Dalam pengerjaan gambar bukaan bentangan ¼ lingkaran ini, siswa juga dituntut untuk mempertajam pelajaran teknik menggambar, baik keterampilan dalam membuat gambar ¼ lingkaran maupun memggunakan peralatan gambar dan garis konstruksiny

19.1.1 Perhitungan bukaan

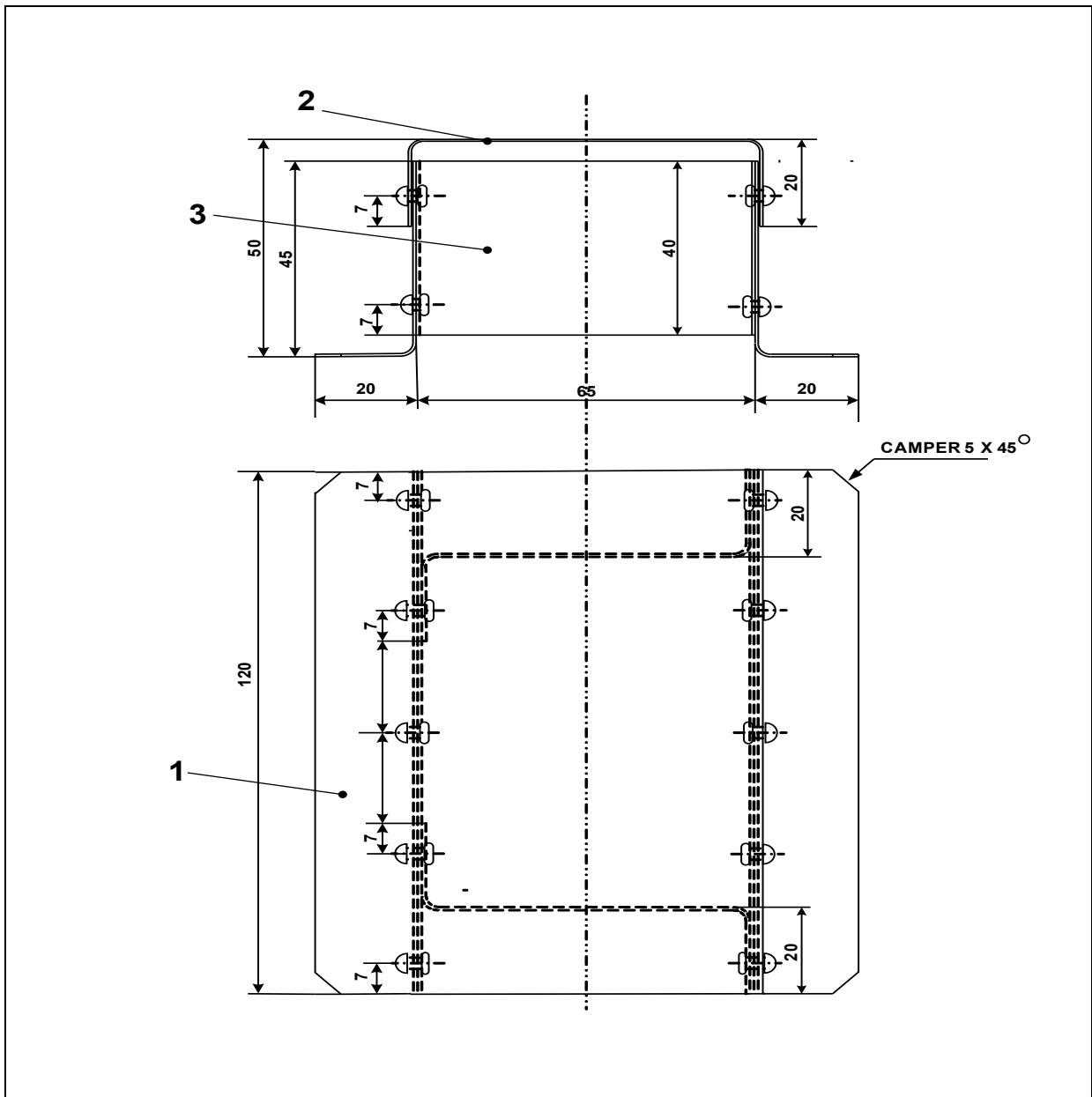
1. Panjang yang tidak kena proses $= L - (R + e)$
$= 24 - (3 + 1{,}2)$
$= 19{,}8$ mm

2. Panjang ZC $= 1{,}57\,(R + \frac{e}{2})$
$= 1{,}57\,(3 + \frac{1{,}2}{2})$
$= 5{,}65$ mm

19.1.2 Langkah-langkah pembuatan bukaan :

1. Buat gambar ¼ lingkaran dengan ukuran sama dengan gambar kerja

2

2. Lukis garis tegak lurus pada titik sisi yang akan di kembangkan

3

3. Dari sisi yang akan di kembangkan, lukis garis sejajar (dengan sisi yang akan di kembangkan) arah kedalam (pusat radius 3 mm) sebesar 3 mm (Merupakan awal dari

4. Dari garis bagian dalam tersebut, lukis ZC kearah luar.

5. Lanjutkan melukis bagian yang tidak kena proses sebesar 19,8 mm

6. Langkah terakhir adalah membuat perencanaan bor pada bukaan yang telah dibuat

24 TUGAS 6. : Bending L,U,Z Assy

Pembuatan rakitan ini merupakan aplikasi lanjutan dari pembelajaran metoda bendingan.

N	Jml	Nama bagian	Bahan	Ukuran	
3	2	Dop U	Al Alloy 5086	110 x 45 x 1,2	
2	1	Dop Z	Al Alloy 5086	125 x 120 x 1,2	
1	2	Dop L	Al Alloy 5086	125 x70 x 1,2	Catatan:
		Skala : 1 : 1	Digambar :		Toleransi : 0,2 mm
		Satuan : mm	Kelas :		
		Tanggal :	Diperiksa :		

24.1.6 Bukaan

a. Bukaan Benda 1

Kalau dilihat dari bentuk profil dari benda 1 yang berjumlah 2 buah, adalah penekukan 90º dengan bentuk profil L.

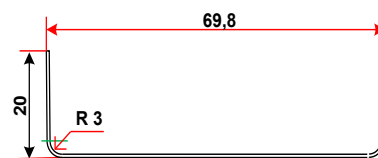
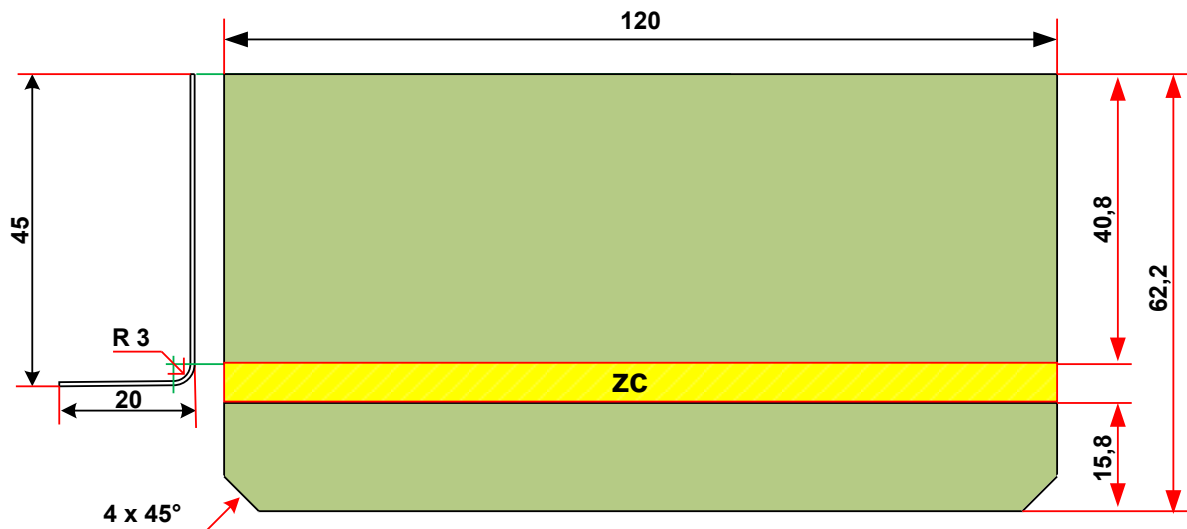
Dengan data-data sebagai berikut:

- Panjang L1 = 45 mm
- Panjang L 2 = 20 mm
- Radius bendingan 3 mm
- Tebal bahan = 1,2 mm
- Panjang penampang (S) = 120 mm

1. Panjang ab = L1 – (R + e)
   = 45 – (3 + 1,2)
   = 40,8 mm

2. Panjang bc = 1,57 $(R + \frac{e}{2})$
   $= 1{,}57 (3 + \frac{1{,}2}{2})$
   = 5,65 mm

3. Panjang cd = L 2 – (R + e)
   = 20 – (3 + 1,2)
   = 15,8 mm

4. Panjang bentangan (a – d) = ab + bc + cd
   = 40,8 + 5,65 + 15,8
   = 62,25 mm

b. Bukaan Benda 2

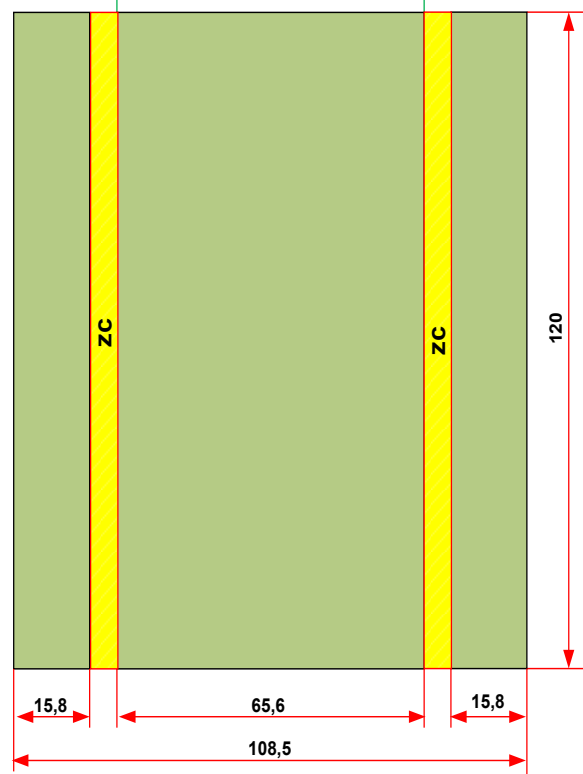
Kalau dilihat dari bentuk profil dari benda 2 yang berjumlah 1 buah, adalah penekukan 90º dengan bentuk profil U.

Dengan data-data sebagai berikut:

- Panjang L 1 = 20 mm
- Panjang L 2 = 65 + (4x1,2) = 69,8 mm
- Panjang L 3 = 20 mm
- Radius bendingan 3 mm
- Tebal bahan = 1,2 mm
- Panjang penampang (S) = 120 mm

1. Panjang ab = L 1 – (R + e)
   = 20 – (3 + 1,2)
   = 15,8 mm

2. Panjang bc = 1,57 $\left(R + \frac{e}{2} \right)$
   = 1,57 $\left(3 + \frac{1,2}{2} \right)$
   = 5,65 mm

3. Panjang cd = L 2 – (R + e)
   = 69,8 – (3 + 1,2)
   = 65,6 mm

4. Panjang de = 1,57 (R + e/2)
= 1,57 (3 + 1,2/2)
= 5,65 mm

5. Panjang ef = L 3 – (R + e)
= 20 – (3 + 1,2)
= 15,8 mm

6. Panjang bentangan (a – f)
= ab + bc +cd + de + ef = 15,8 + 5,65 + 65.6 + 5,65 + 15,8
= 108,5 mm

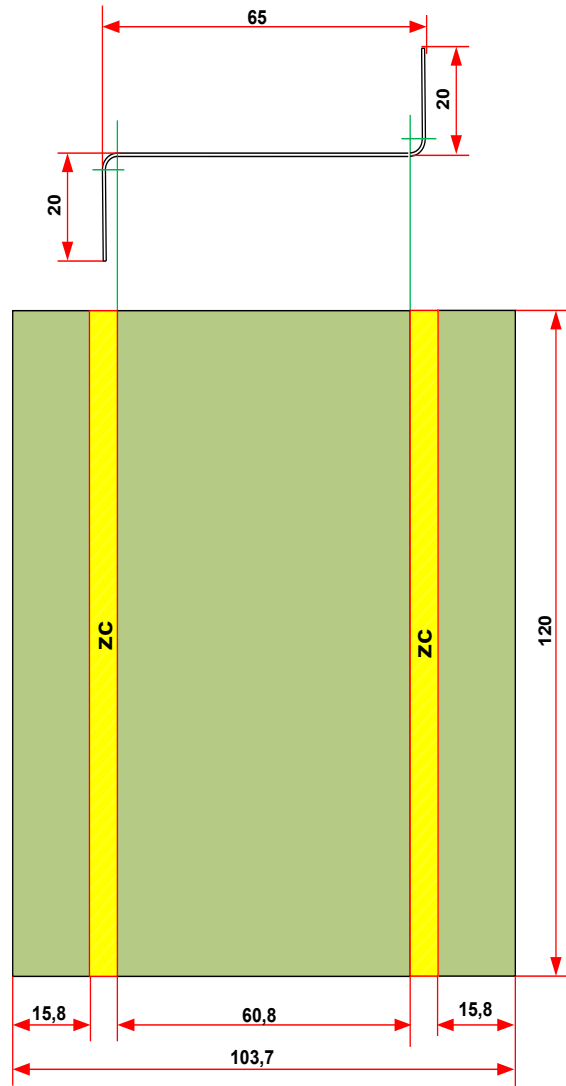
c. Bukaan Benda 3

Kalau dilihat dari bentuk profil dari benda 2 yang berjumlah 1 buah, adalah penekukan 90º dengan bentuk profil Z.

Dengan data-data sebagai berikut:

- Panjang L 1 = 20 mm
- Panjang L 2 = 65 mm
- Panjang L 3 = 20 mm
- Radius bendingan 3 mm
- Tebal bahan = 1,2 mm
- Panjang penampang (S) = 40 mm
- Semua sisi jatuh = 20 mm

1. Panjang ab = L 1 – (R + e)
= 20 – (3 + 1,2)
= 15,8 mm

2. Panjang bc = 1,57 (R + $\frac{e}{2}$)
= 1,57 (3 + $\frac{1,2}{2}$)
= 5,65 mm

3. Panjang cd = L 2 – (R + e)
   = 65 – (3 + 1,2)
   = 60,8 mm

4. Panjang de = 1,57 (R + e/2)
   = 1,57 (3 + 1,2/2)
   = 5,65 mm

5. Panjang ef = L 3 – (R + e)
   = 20 – (3 + 1,2)
   = 15,8 mm

6. Panjang bentangan (a – f)
   = ab + bc +cd + de + ef
   = 15,8 + 5,65 + 60,8 + 5,65 + 15,8
   = 103,7 mm

25 Tugas 7. : Bellcrank Support

Mata Pelajaran: A/C Fab and Sub assy	Kls / Sm : XI / 4	Bengkel : AFM
RPP No. : 6	Waktu : 48 P	Tempat Kerja : Banc Wo
Jobsheet No. : 9	Pengajar : Teamwork pengajar AFM	

Tujuan :
Agar sisiwa terampil merancang, membuat dan merakit sub-assy dengan menggunakan aircraf tools

Teori Kejuruan :
Pengertian pengertian yang berkaitan dengan melukis

KONDISI

Bagan No. : 1286 Lembaran penilaian : 1287	Lembaran Kerja Guru : 1227 G	Lembaran Kerja Siswa

MEDIA PEMBELAJARAN	
	Power point
	General Workshop
	Benda Kerja Sampel
	Jobsheet

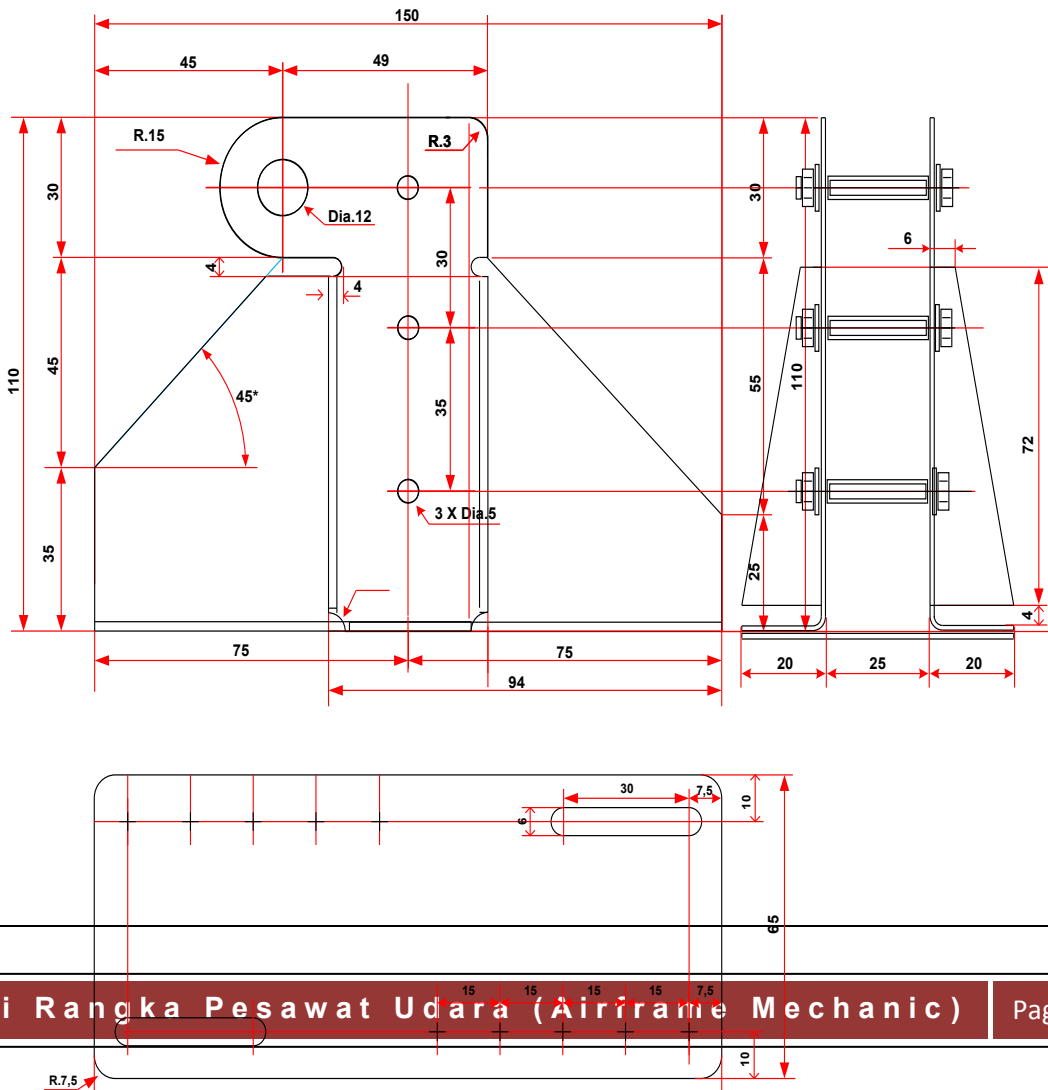
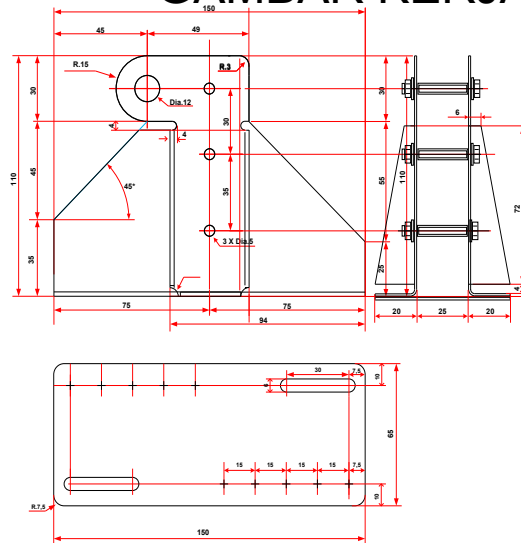
B A H A N

- Al alloy 2017 150 X 150 X 1,2 .... 2 pcs
- Al Alloy 2017 70 X 160 X 1,6 ....1 pcs
- Pipa Al dia. 10 80mm .... 1 pcs
- Mur/baut+2ring......M5 x 30 mm ..... 3 set

PERALATAN

Mistar Baja 500	Gergaji Manual
Penggores	Mesin Bor
Penitik	Mata Bor dia.3,0 –4,0 – 5,0 –6,0 –12,0
Kikir Dural 300	Plier
Kikir halus 100 , 200	Bending set
Rivet Gun – rivet set	Palu kayu

	Bucking bar	Pneumatic hand drill
	Cleco pastener	Stamping

GAMBAR KERJA :

4	3	Mur baut	Besi	M.8 x 30	
3	3	Penahan	Pipa Al	Dia. 10	
2	1	Komponen 2	Al 2017	160 x 70 x 1,6	
1	2	Komponen 1	Al 2017	150 x 150 x 1,2	Catatan:
No.Bag.	Jml	Nama bagian	Bahan	Ukuran	
Proyeksi		Skala : 1 : 1	Digambar :		Toleransi : 0,2 mm
		Satuan : mm	Kelas :		
		Tanggal :	Diperiksa :		
		BELLCRANK SUPPORT		No. 2/3	A4

Tugas :

1. Buat gambar bukaan semua komponen
2. Buat langkah kerja dan peralatan yang dipakai
3. Lakukan pembuatan komponen
4. Rakit semua komponen
5. Lakukan kodefikasi
6. Catat waktu pengerjaan dan serahkan pekerjaan kepada guru.

Soal-soal

1. Teknologi pembentukan sudah dimulai sejak zaman pra-sejarah (4000-3000 S.M) yang diawali dengan pembuatan benda-benda di bawah ini, kecuali ....
   a. Perisai
   b. Cawan
   c. Lukisan √
   d. Pedang
   e. *Armor* (baju perang)

2. Teknik pembentukan adalah proses yang dilakukan dengan memberikan perubahan bentuk pada benda kerja dengan cara memberikan gaya luar. Di bawah ini terdapat macam-macam metode pembentukan, kecuali ....
   a. *Forging*
   b. *Rolling*
   c. *Bending*
   d. *Painting* √
   e. *Extruding*

3. Pelat yang mengalami proses pembentukan akan mengalami deformasi plastis. Di bawah ini merupakan ciri-ciri utama dari deformasi plastis yaitu ....
   a. Kembali ke bentuk semula apabila beban dihilangkan
   b. Kembali ke bentuk semula dengan tetap adanya beban

c. Perubahan bentuk yang permanen meskipun beban telah dihilangkan √
d. Perubahan bentuk yang permanen dengan tetap adanya beban
e. Tidak mengalami perubahan bentuk

4. Yang merupakan ciri-ciri utama dari deformasi elastis yaitu ....
   a. Kembali ke bentuk semula apabila beban dihilangkan √
   b. Kembali ke bentuk semula dengan tetap adanya beban
   c. Perubahan bentuk yang permanen meskipun beban telah dihilangkan
   d. Perubahan bentuk yang permanen dengan tetap adanya beban
   e. Tidak mengalami perubahan bentuk

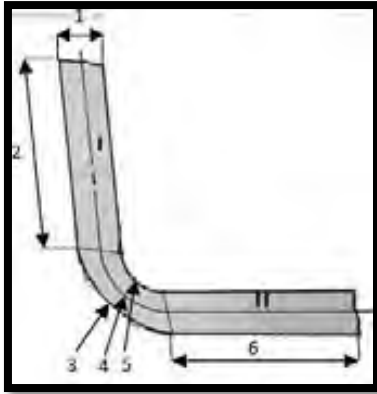
5. Lembaran pelat yang berkualitas baik memiliki karakter yaitu setelah pelat mengalami proses pengelasan, tidak akan terjadi keretakan *(crack)* pada daerah transisi. Karakter ini disebut dengan ....
   a. Mampu tekuk
   b. Mampu bentuk
   c. Mampu las √
   d. Mampu lipat
   e. Mampu regang

6. Mesin di samping digunakan dalam proses pembentukan yaitu ....

   a. *Forging*
   b. *Rolling* √
   c. *Bending*
   d. *Sanding*
   e. *Extruding*

7. Gambar di bawah adalah tangki yang digunakan sebagai tempat penyimpanan cairan atau bahan kimia. Dimana tangki merupakan salah satu pengaplikasian dari proses ....

   a. *Forging*
   b. *Rolling* √
   c. *Bending*
   d. *Sanding*
   e. *Extruding*

8. Pada plat di bawah ini, radius dalam, *thickness* dan *flat* I secara berurutan ditunjukkan oleh nomor ....
   a. 5-1-2 √
   b. 4-1-2
   c. 1-2-5
   d. 2-5-1
   e. 2-3-5

9. Daerah yang mengalami proses *bending* (pelengkungan) sering disebut dengan BA. Istilah yang tepat untuk menjelaskan BA yaitu ....
   a. Bent Allowance
   b. Bend Alowanse
   c. Bend Alowance
   d. Bend Allowance √
   e. Semua salah

10. Diketahui TDW suatu plat sebesar = 11,8 mm dan BA = 5,6 mm. Jika F1 = F2, maka panjang F1 adalah ....
    a. 2,8 mm
    b. 2,9 mm
    c. 3,0 mm
    d. 3,1 mm √
    e. 3,2 mm

11. Apabila Rn = Rd + 0,5t , dimana Rd = 3 mm dan t = 1,2 mm, maka BA yang dihasilkan yaitu ....
    a. 5,352 mm
    b. 5,452 mm
    c. 5,552 mm
    d. 5,652 mm √
    e. 5,752 mm

12. Apabila Rn = Rd + 0,45t , dimana Rd = 3 mm dan t = 1,2 mm, maka BA yang dihasilkan yaitu ....
    a. 5,3578 mm
    b. 5,4578 mm
    c. 5,5578 mm √
    d. 5,6578 mm
    e. 5,7578 mm

13. Pada perhitungan BA, Rn yang digunakan dapat berupa Rd + 0,5t dan Rd + 0,45t. Selisih hasil perhitungan BA antara Rd + 0,5t dan Rd + 0,45t adalah sebesar ....
    a. 0,0922
    b. 0,0932
    c. 0,0942 √
    d. 0,0952
    e. 0,0962

14. Tebal suatu pelat = 2,4 mm dan radius dalamnya = 0,3 cm. Maka BA yang dihasilkan sebesar ....
    a. 7,4056 cm
    b. 6,4056 cm
    c. 7,4056 mm
    d. 6,4056 mm √
    e. 5,4056 mm

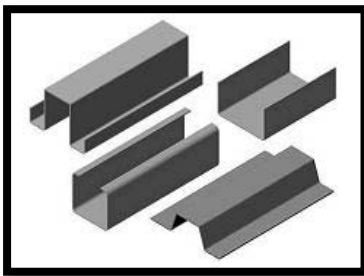
15. Jika diketahui tebal dari suatu plat = 3 mm dan radius dalamnya = 3 mm, maka BA dari pelat tersebut adalah ....
    a. 6,5295 mm
    b. 6,6295 mm
    c. 6,7295 mm
    d. 6,8295 mm √
    e. 6,9295 mm

16. Benda kerja di bawah ini mengalami proses *bending* dengan menggunakan ....

    a. Mesin *bending* manual
    b. *Bending hydraulic pipe bender* √
    c. *Bending set*
    d. Tuas penekuk
    e. Sepatu jepit

17. Pengkerutan yang terjadi pada proses *bending* menyebabkan pelat mengalami ....
    a. Perpanjangan
    b. Perpendekan √
    c. Tidak berubah
    d. Deformasi plastis
    e. Pengurangan ketebalan

18. Peregangan yang terjadi pada proses *bending* menyebabkan pelat mengalami ....
    a. Perpanjangan √
    b. Perpendekan
    c. Penambahan ketebalan
    d. Deformasi elastis
    e. Tidak berubah

19. Gambar tekukan di bawah ini merupakan hasil dari pada proses ....

    a. *Forging*
    b. *Rolling*
    c. *Bending* √
    d. *Sanding*
    e. *Extruding*

20. Dampak yang timbul ketika menggunakan mesin *bending* berbasis komputer CNC, yaitu:
    1. Laju produksi tinggi
    2. Produk memiliki ketelitian tinggi
    3. Biaya perawatan mesin tinggi dan harus berkala
    4. Waktu pengerjaan singkat
    5. Tidak memerlukan banyak pekerja sehingga menghemat pengeluaran

    Yang termasuk keuntungan-keuntungan dari penggunaan mesin tersebut yaitu ....
    a. 1-2-3
    d. 4-5-1 √

b. 2-3-4
c. 3-4-5
e. Semua salah

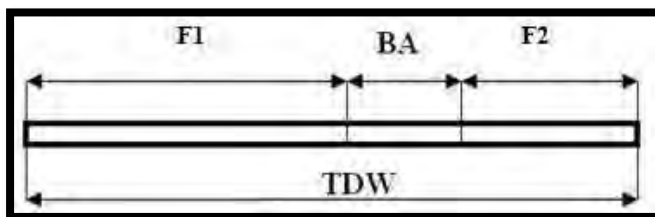
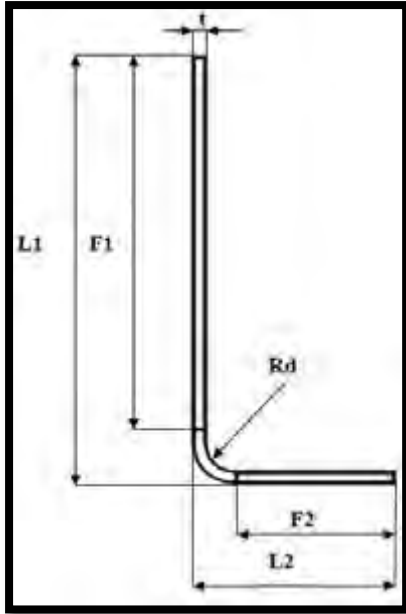
A. Uraian

Jawablah soal-soal berikut ini dengan jelas dan benar!

1. Jelaskan perbedaan antara *cold working* dan *hot working*!
2. Sebutkan bagian-bagian yang ditunjuk pada gambar di samping secara berurutan!

3. Sebutkan perbedaan antara daerah peregangan, netral, dan pengkerutan yang merupakan hasil dari proses *bending*!
4. Berapa Rd jika diketahui BA = 6,8295 mm dan *thickness* = 3 mm?
5. Sebutkan kecelakaan kerja yang pernah anda alami selama praktek! Apa solusi terhadap kecelakaan tersebut?

B. Perhitungan

Gambar dibawah ini dapat membantu dalam menjawab soal no 1 - 4:

Dimana:

F1 = L1 – (Rd + t)

F2 = L2 – (Rd + t)

1. Formula dari perhitungan BA yaitu Rd ditambah 0,45t yang kemudian dikalikan 1,57. Jelaskan cara memperoleh tetapan 1,57 pada formula di atas!
2. Pada gambar (a) diketahui L1 = 3L2, dimana L1 = 24 mm. Apabila Rd = 3 mm dan t = 1,2 mm, berapa: a) F1?
   b) F2?
   c) BA?
   d) TDW?
3. Berapa BA pada suatu pelat apabila Radius Netral = 0,003 m?
4. Diketahui TDW suatu plat sebesar = 11,8 mm dan BA = 5,6 mm. Berapa panjang 3F1, jika: a) F1 = F2
   b) F1 = 2F2
   c) 2F1 = 6F2